



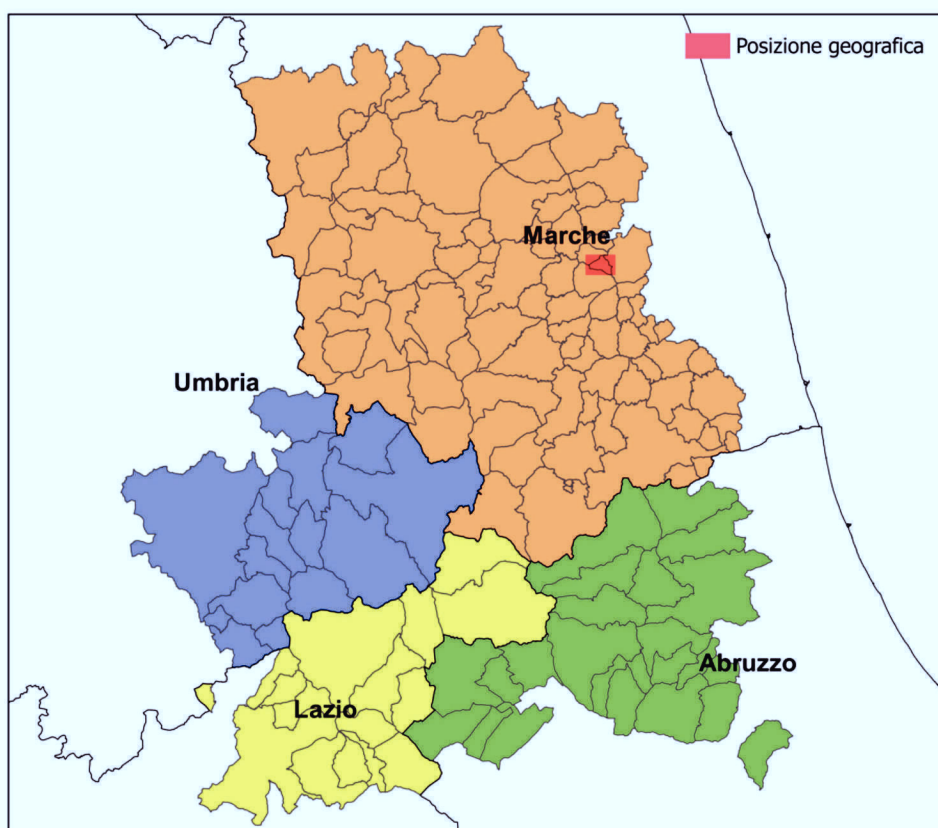
**COMMISSARIO STRAORDINARIO
RICOSTRUZIONE SISMA - 2016**

Microzonazione Sismica di Livello 1 e 3 del Comune di Monte Vidon Corrado ai sensi
dell'Ordinanza del Commissario Straordinario n.24 registrata
il 15 Maggio 2017 al n. 1065

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Marche Comune di Monte Vidon Corrado



Soggetto realizzatore:

Dr. Geol. Savino Salvetti
N° 451 Albo Geologi Marche
Via A. Diaz n. 158/A
63900 Fermo (FM)

Collaboratori:

Dr. Geol. Massimo Magnaguadagno
Dr. Geol. Carlo Gualtieri

Data: Gennaio 2018

CENTROMS

CENTRO PER LA
MICROZONAZIONE SISMICA
E LE SUE APPLICAZIONI

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 1 di 101

INDICE

1.	INTRODUZIONE	02
2.	DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	07
2.1	PERICOLOSITA' DI BASE	
2.2	SISMICITA' STORICA	13
2.3	SISMICITA' ATTUALE	14
3.	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	16
4.	DATI GEOTECNICI E GEOFISICI	19
4.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	20
4.2	CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA	23
4.2.1	INDAGINI SISMICHE M.A.S.W	
4.2.2	INDAGINI SISMICHE A STAZIONE SINGOLA HVSR	25
4.2.3	INDAGINI SISMICA DOWN-HOLE	27
5.	MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	31
6.	INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE.....	33
7.	METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI	
8.	ELABORATI CARTOGRAFICI	39
8.1	CARTA DELLE INDAGINI.....	40
8.2	CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA	42
8.3	CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEI TERRENI	47
8.4	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA.....	49
8.5	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3	57
8.5.1	RISPOSTA SISMICA LOCALE MONODIMENSIONALE 1D	
8.5.2	RISPOSTA SISMICA LOCALE BIDIMENSIONALE 2D	75
8.5.2.a	Modello Geotecnico	
8.5.2.b	Analisi Numeriche	81
8.5.2.c	Sintesi dei fattori di amplificazione e spettri calcolati per ciascuna MOPS.....	85
8.5.3	CARTA DI SINTESI DI 3 LIVELLO	88
9.	CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI	95
10.	COMMENTI FINALI E CRITICITÀ.....	97
11.	BIBLIOGRAFIA.....	99
12.	ALLEGATI	100

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 2 di 101

1. INTRODUZIONE

A seguito d’incarico con Determinazione n.26 del 10/06/2017 con oggetto: “Sisma 24.08.2016 e seguenti - Ordinanza del Commissario per la ricostruzione n. 24 del 12 maggio 2017 - Redazione dello studio di microzonazione sismica (MS) di I e III livello - Affidamento incarico professionale, conferito dal Comune di Monte Vidon Corrado (FM) d’intesa con il Centro per la Microzonazione Sismica e la Regione Marche, secondo quanto previsto dall’articolo 1 del Decreto Legge n. 8 del 9 Febbraio 2017 , convertito con modificazioni dalla legge n. 45 del 7 aprile 2017 legge, sono state eseguite indagini sulle caratteristiche geologico-geomorfologiche, litotecniche e sismiche dell’intero territorio comunale al fine di realizzare la Carta di Microzonazione Omogenea in Prospettiva Sismica (MOPS) di 1° livello, e, in riferimento alle sole aree urbanizzate del territorio comunale, sono state eseguite analisi numeriche monodimensionali di risposta sismica locale e la realizzazione delle Carte di Microzonazione sismica di Livello III con indicazione dei fattori di amplificazione e degli spettri di risposta in accelerazione.

La microzonazione sismica costituisce quindi, in tempo di pace, uno strumento utile ai fini della pianificazione e della programmazione degli interventi di prevenzione del rischio sismico, in fase post-evento, ai diversi livelli di approfondimento (livelli 1-3 di MS), la microzonazione sismica consente di arricchire le informazioni utili per la definizione delle azioni di progettazione.

In Italia, gli studi di microzonazione sismica sono disciplinati attraverso gli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS 2008), approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome e dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile. Gli ICMS (2008) sono stati successivamente integrati dalle linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da deformazioni cosismiche permanenti, che definiscono anche la disciplina degli usi del suolo e delle previsioni di trasformazione nelle zone instabili, fornendo due tipi di indicazioni:

- indicazioni urbanistiche, che definiscono possibili regolamentazioni dallo strumento urbanistico anche in termini di categorie di intervento e di destinazioni d’uso e modalità attuative;
- indicazioni edilizie, che definiscono per l’edilizia esistente e di nuova costruzione, con riferimento alla normativa tecnica antisismica, quali categorie di intervento sono possibili e su

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 3 di 101

quali classi d'uso.

Con il Decreto Legge n. 8 del 9 febbraio 2017, all'articolo 1 viene promossa l'immediata effettuazione del piano finalizzato a dotare i Comuni della cosiddetta Area 1 (cratere) della microzonazione sismica di livello 3. Nello stesso articolo 1 del DL 8/2017, viene individuato il Centro per la Microzonazione Sismica e le sue applicazioni (Centro MS), costituito su iniziativa del Consiglio Nazionale delle Ricerche Dipartimento Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente (CNR DTA) e che coinvolge Dipartimenti ed Istituti CNR, Enti di Ricerca e Dipartimenti universitari, quale organismo di coordinamento scientifico e di supporto agli affidatari degli studi di microzonazione sismica di livello 3.

L'indagine di Microzonazione Sismica di 1 e 3 livello è stata in definitiva effettuata secondo gli standard e specifiche tecniche stabilite dal D.P.S:

- ❖ P.C.M., D.P.C. "Indirizzi e criteri per la Microzonazione Sismica (I.C.M.S.)", approvati dalla Conferenza delle Regioni e delle Provincie Autonome il 13 novembre 2008;
- ❖ Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica (art.5, comma 7 OPCM n.3907/2010) "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – Versioni 3.0 e 4.0b"; Strutture di archiviazione MS (versione 4.0b, Geodatabase);
- ❖ Protocolli di acquisizione dati ed elaborazione relativi alle attività di Microzonazione di Livello III nei 140 Comuni di cui all'Ordinanza n. 24 del 12 maggio 2017 della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

In generale uno studio di MS è finalizzato a valutare "la pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo", a scala comunale o sub-comunale. Le indagini di MS di livello 1 costituiscono la fase propedeutica ai successivi livelli di approfondimento e hanno come obiettivo principale la definizione dei differenti scenari di pericolosità sismica locale e l'individuazione delle parti del territorio suscettibili di specifici effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimento, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, ecc.). Le indagini di MS di livello 3 hanno invece come scopo la

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 4 di 101

realizzazione delle carte di microzonazione sismica di livello 3 con indicazione dei fattori di amplificazione e degli spettri di risposta in accelerazione realizzate mediante la modellazione del sottosuolo e l'esecuzione di analisi numeriche monodimensionali (1D) di risposta sismica locale.

Le aree oggetto degli studi di microzonazione sismica di livello 3 sono state individuate in accordo con il Centro di Microzonazione Sismica "Raggruppamento 2" (Coordinatore Prof. Stefano Catalano) e con l'Amministrazione Comunale. Si tratta di aree dove si concentra pressoché la totalità delle residenze e delle attività artigianali, industriali e commerciali dell'intero territorio

Il comune di Monte Vidon Corrado, con una superficie territoriale di 5,95 Km² e una popolazione di 731 abitanti (dati Istat del 01/01/2017), si localizza geograficamente nel settore meridionale della Regione Marche, nella porzione del territorio compresa tra il Fiume Ete Morto a nord ed il Fiume Tenna a sud; più in dettaglio il capoluogo del Comune di Monte Vidon Corrado è individuabile dalle seguenti coordinate geografiche: 43°07'17" N - 13°29'18" E e confina con i comuni di Montappone, Montegiorgio e Falerone; topograficamente è rappresentato nella Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000 alle Sezioni n.314060 "Falerone" e n.314070 "Montegiorgio".

Il territorio comunale è formato da un sistema collinare perpendicolare alla costa Adriatica, intervallato da bacini idrografici dei corsi d'acqua minori che confluiscono alle aste fluviali principali che sfociano nel Mare Adriatico. Il promontorio collinare su cui sorge l'abitato storico di Monte Vidon Corrado (area a maggior densità abitativa), si attesta a quote comprese tra 400 e 429 m s.l.m.



Figura 1 – Territorio della provincia di Fermo con evidenziato in territorio comunale

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 5 di 101

Lo studio consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica, derivati da informazioni preesistenti e/o acquisite, allo scopo di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico, così come illustrato nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

In accordo con le indicazioni del Centro MS e sulla base degli Standard 4.0b e dei protocolli successivi all'ordinanza 24, lo studio è stato articolato e sviluppato secondo le seguenti fasi di attività:

1. rilevamento geologico e geomorfologico dell'intero territorio comunale, con controllo e revisione delle aree instabili anche a seguito di verifiche con la cartografia IFFI, CARG e PAI;
2. acquisizione dei dati pregressi presso il Settore Tecnico Lavori Pubblici e Area Urbanistica del Comune di Monte Vidon Corrado, quali cartografie di PRG e Varianti Parziali, fascicoli d'indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche relativi a interventi pubblici e privati, integrati da una banca dati personale, prendendo in considerazione logs litostratigrafici, prove penetrometriche statiche e dinamiche, prove di laboratorio, indagini geofisiche di tipo MASW, HVSR e sismica a rifrazione laddove presenti;
3. analisi critica del materiale acquisito e valutazione dell'idoneità all'utilizzo ai fini dell'inserimento nel geodatabase ed alla redazione della Carta delle Indagini, dove sono riportati i punti d'indagine e relative indicazioni tipologiche;
4. redazione del Piano delle Indagini integrative con l'obiettivo: a) di caratterizzare ogni microzona cartografata nella Carta delle MOPS attraverso un numero adeguato di misure di microtremore (tecnica HVSR) e almeno un profilo di Vs, possibilmente esteso fino al substrato di riferimento per le modellazioni numeriche; b) di caratterizzare il numero massimo di litotipi lungo una delle sezioni geologico- tecniche, mediante la localizzazione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (per una lunghezza complessiva di almeno 35 m con prelievo di campione indisturbato, esecuzione di prove in sito e attrezzato per prova Down-Hole (DH). L'implementazione dei dati geofisici esistenti è stata articolata mediante l'esecuzione di n. 4

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 6 di 101

MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) basate su tecnica di sismica “attiva” e di n. 19 misure di microtremore (HVSr), basate su tecnica di sismica “passiva” a stazione singola, relative alla verifica delle frequenze naturali associabili a particolari condizioni litostratigrafiche;

5. definizione del modello del sottosuolo illustrato nella Carta Geologico-Tecnica, corredata da sezioni geologiche rappresentative dell’assetto stratigrafico;
6. redazione della carta delle frequenze naturali dei terreni sulla base delle indagini di microtremore reperite ed eseguite;
7. realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), quale sintesi degli elementi elaborati nelle precedenti fasi e classificazione delle aree individuate.
8. redazione della Carta di microzonazione sismica di livello 3 restituita nelle aree definite per lo studio di MS di livello 3, relative all’ intervallo di periodo: 0.1-0.5/0.4-0.8/0.7-1.1; in questa carta, a ciascuna microzona omogenea sarà associato un fattore di amplificazione calcolato con riferimento agli spettri medi di input (messi a disposizione dal Centro MS) e di output (risultati delle analisi numeriche).
9. realizzazione della carta di microzonazione sismica di livello 3 che associa una quantificazione numerica dell’amplificazione del moto sismico nelle aree definite per lo studio di MS di livello 3. A ciascuna microzona omogenea è stato associato un fattore di amplificazione calcolato con riferimento agli spettri medi di input (messi a disposizione dal Centro MS) e di output (risultati delle analisi numeriche). In pratica è la sovrapposizione della carta delle zone stabili suscettibili di amplificazione locali caratterizzate da fattori di amplificazione e della carta delle zone di deformazione permanente caratterizzate da parametri quantitativi.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 7 di 101

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 PERICOLOSITA' DI BASE

Le Marche sono da secoli interessate da una diffusa e frequente attività sismica, con massima intensità pari al X grado della scala MCS.

Nell'area marchigiana l'attività sismica è concentrata in fasce ben definite dal punto di vista geologico e fisiografico:

- una più interna corrispondente alla zona della catena appenninica, caratterizzata da terremoti frequenti e d'intensità pari al X grado della scala MCS;
- una fascia intermedia corrispondente alla zona pedeappenninica, caratterizzata da una blanda ma diffusa attività sismica;
- la fascia periadriatica caratterizzata da attività sismica generalmente moderata.

I terremoti che periodicamente colpiscono il territorio regionale sono espressione di un campo di sforzi tettonici ancora attivo. Meccanismi focali di tipo distensivo e asse di massima distensione in direzione SW-NE, caratterizzano l'area appenninica che presenta il più alto livello di sismicità e dove l'attività sismogenetica avviene entro i primi 12 Km di profondità. Meccanismi focali di tipo compressivo e trascorrente e asse di massima compressione in direzione SW-NE, sono tipici dell'area pedeappenninica e periadriatica e in particolare in quest'ultima l'attività sismica è limitata ai primi 10 Km di profondità.

La mappa della *"Massima Intensità Macrosismica Risentita in Italia"* elaborata dall'Istituto Nazionale di Geofisica sulla base dei massimi valori risentiti all'interno di apposite macrozone, che fornisce un quadro immediato del grado di sismicità, evidenzia come il territorio comunale di Monte Vidon Corrado sia inserito in ambiti, caratterizzati da terremoti di intensità dell'VIII grado della scala M.C.S.

Il territorio comunale di Monte Vidon Corrado rientra nei comuni classificati sismici di II° Categoria (S = 9) ed è incluso nel livello di base "C" (rischio sismico basso), ai sensi della L.R. 33/84. Tale classificazione è stata confermata nel 1998 in occasione della risoluzione approvata dalla Commissione Nazionale di Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi con la quale fu dato

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 8 di 101

mandato al Servizio Sismico Nazionale di costituire un Gruppo di Lavoro per la formulazione di una proposta di riclassificazione sismica del territorio italiano.

A livello regionale si ricordano le Circolari nn.14 e 15 del 28 agosto 1990 (Indirizzi e criteri per l'effettuazione di indagini geologiche in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici al PPAR e alla legge regionale n.33/84 – Relazione tecnico-illustrativa Circolare ex L.33/84 art.10/11) contenente la tipologia di indagini finalizzate alla riduzione del rischio, alla scala dello strumento generale di piano. Secondo quanto riportato nelle Circolari richiamate e riguardo alla pericolosità sismica regionale, il territorio di Monte Vidon Corrado ricade nella fascia intermedia pedeappenninica.

Il Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (*OPCM n.3274 del 20.03.2003- INGV*) ha proposto una zonazione sismogenetica ZS9 che integra i livelli informativi precedenti con gli ultimi sviluppi degli studi nel settore geologico-strutturale e sismogenetico.

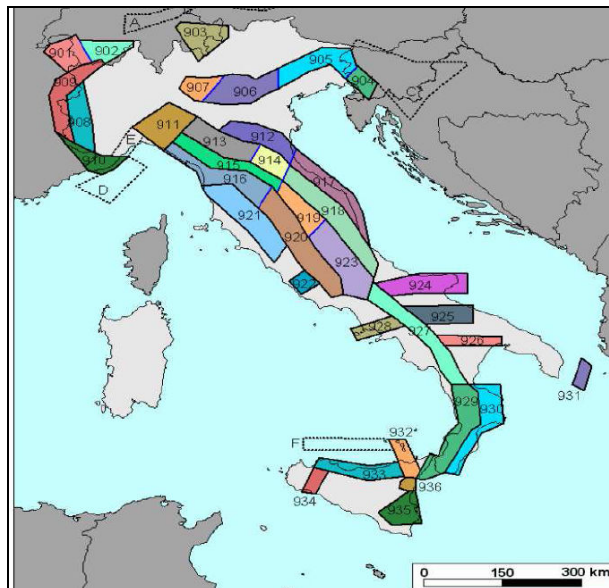


Figura 2 – Zona sismogenetica ZS9 (da: “Zonazione sismogenetica ZS9-App.2 al Rapporto Conclusivo, a cura di C. Meletti e G. Valensise, 2004”)

Per l'area marchigiana centro-orientale, ove ricade il territorio comunale di Monte Vidon Corrado, la zona che interessa l'area in esame, la 918, fa parte del complesso “Appennino settentrionale e centrale” (zone che vanno dalla 911 alla 923). Tale zona è caratterizzata da un regime tettonico di

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 9 di 101

transizione a carattere misto, ovvero in cui convivono meccanismi diversi, essenzialmente compressivi a NW e distensivi a SE e una classe di profondità efficace compresa tra 12 e 20 Km, rappresentativa della maggior parte degli eventi sismici, con sismicità storica che raramente ha raggiunto valori molto elevati di magnitudo. La tabella di seguito allegata (fonte D.P.C. Microzonazione Sismica Volume I punto 2.8.2) indica la magnitudo massima attesa per le diverse zone sismogenetiche M_{wmax} . Per la zona 918 la M_{wmax} è 6.37.

Tabella 2.8-1 – Valori di M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9 (estratto da Gruppo di lavoro, 2004)		
Nome ZS	Numero ZS	M_{wmax}
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Tabella 1 – Valori M_{wmax} per le zone sismogenetiche di ZS9.

L'ordinanza del PCM n.3274 del 20 marzo 2003 (primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica – G.U. n.105 dell'8.5.2003), e successive modifiche e integrazioni, recepita dalla Regione Marche con D.G.R. n.1046 del 29.07.2003, classifica il comune di Monte Vidon Corrado nella Zona 2 (Figure 3a e 3b).

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 10 di 101	

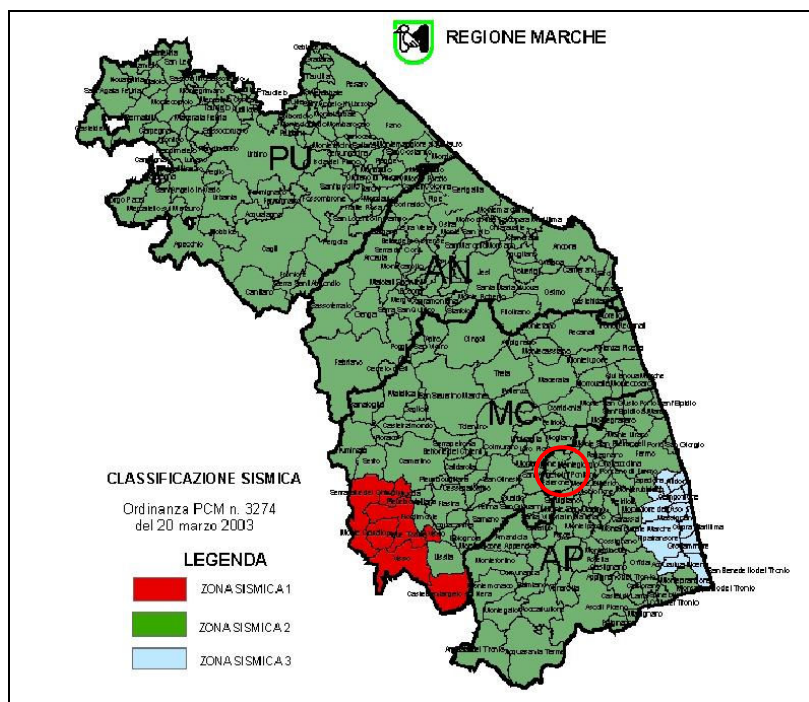


Figura 3a – Elaborato grafico allegato alla D.G.R. n.1046 del 29.07.2003 (da: "B.U.R. Marche n.79-2003")

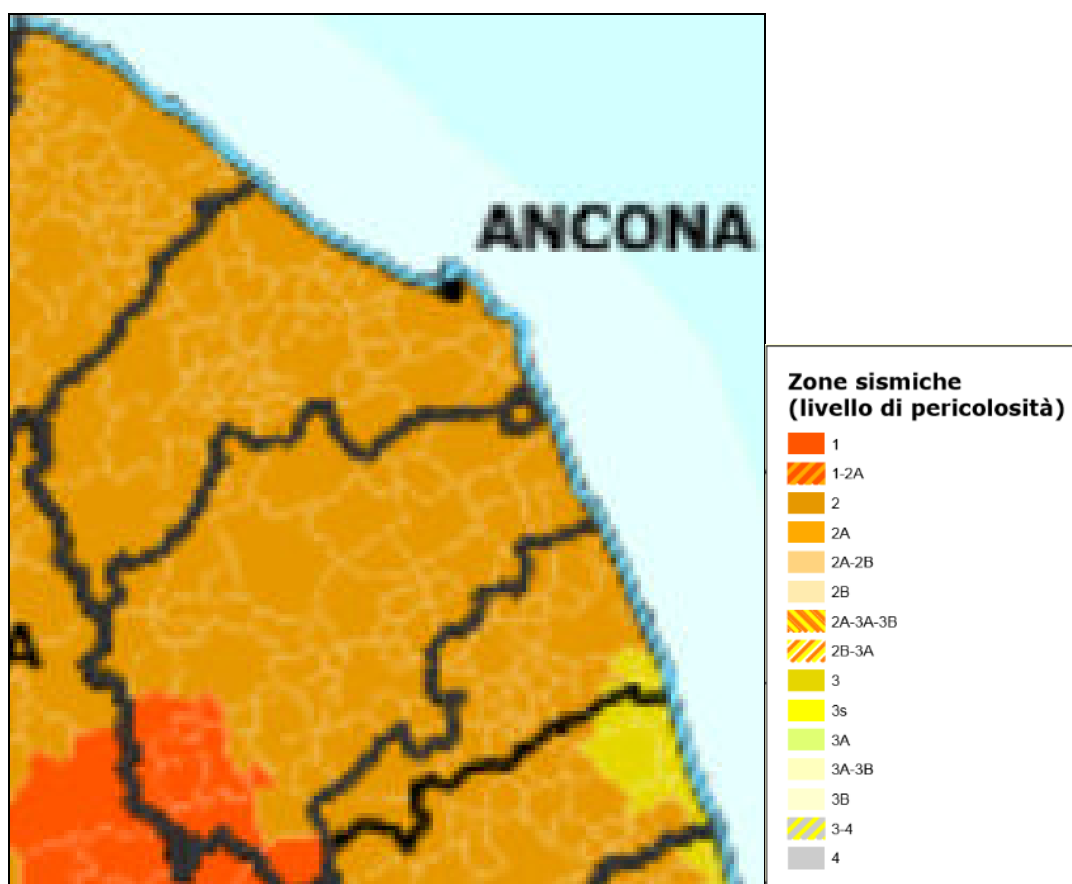


Figura 3b – Classificazione sismica nazionale aggiornata al 2014 (P.C.M. – Dip. Protezione Civile)

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 11 di 101

Tale zona è individuata da un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g), compresa tra 0.15 e 0.25 g e accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g) di 0.25.

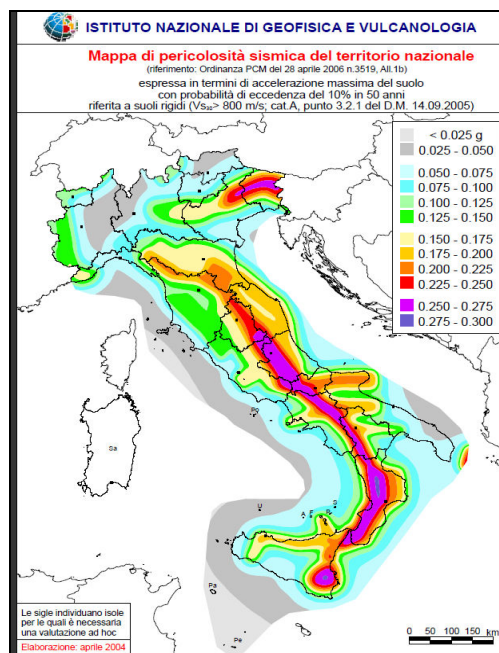


Figura 4a – Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale

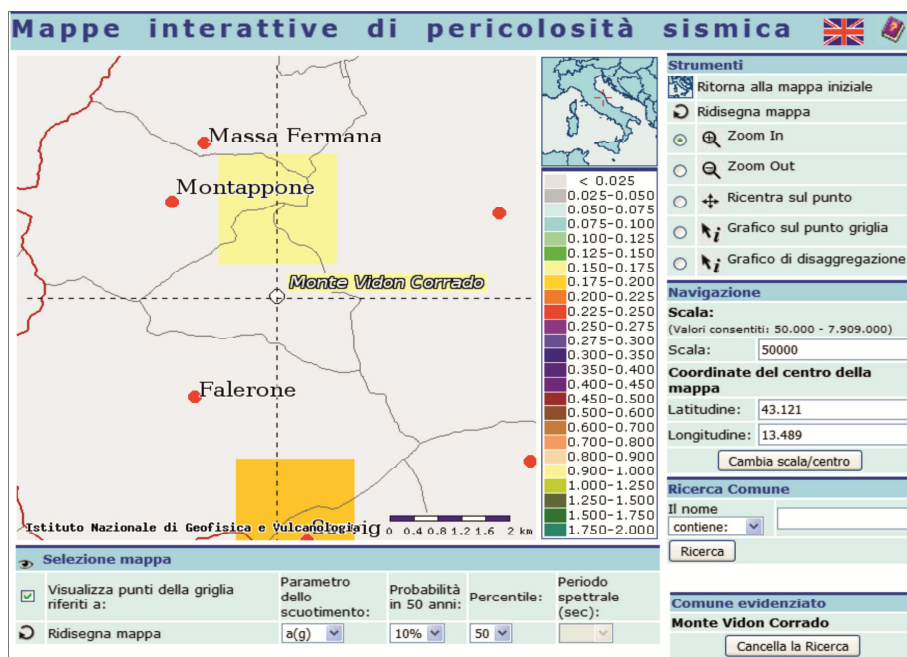


Figura 4b – Mappa interattiva della pericolosità sismica del comune di Monte Vidon Corrado (progetto DPC-INGV – S1 / <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 12 di 101

La successiva *Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b*, ha definito la pericolosità sismica del territorio nazionale, illustrata mediante la mappa della figura precedente, che rappresenta graficamente la pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s; cat. A, punto 3.2.2 del DM 14.01.2008).

Secondo la normativa sismica vigente (*Norme tecniche per le costruzioni, D.M. 14/01/2008*), la pericolosità sismica di base viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (a_g) in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A) e del corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. In questo contesto, il territorio comunale è caratterizzato, in via generale, da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, compresa tra 0,175 e 0,200 g (cfr. Figura 5).

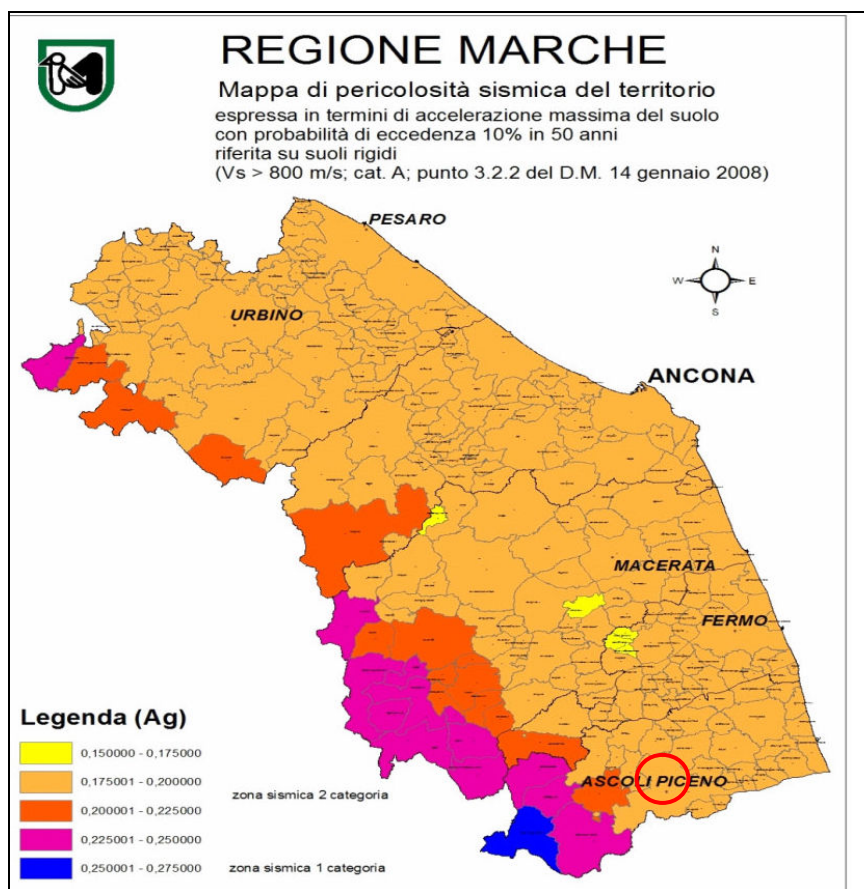


Figura 5 – Mappa di pericolosità sismica e valori di PGA

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 13 di 101

2.2 SISMICITÀ STORICA

L'analisi sulla sismicità storica del territorio comunale ha preso in considerazione anche i dati macrosismici presenti nel Database Macrosismico Italiano, ultima versione DBMI 2015 (<http://emidius.mi.ingv.it>), da cui sono stati selezionati gli eventi di maggiore rilevanza che hanno interessato il territorio di Monte Vidon Corrado (cfr. Figura 6). Nel caso sono evidenziati 12 eventi di riferimento a partire dal 1943, con indicati i parametri per l'area del catalogo, epicentro del sisma e per l'area del terremoto (I [MCS]).

Monte Vidon Corrado

PlaceID	IT_52663
Coordinate (lat, lon)	43.121, 13.486
Comune (ISTAT 2015)	Monte Vidon Corrado
Provincia	Fermo
Regione	Marche
Numero di eventi riportati	12

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1943	10	03	08	28	2	Ascolano	170	8	5.67
4	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
3	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino	326	6	4.72
5	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
6	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4-5	1997	10	03	08	55	2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
5	1997	10	06	23	24	5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
5	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786		5.62
4	1997	11	09	19	07	3	Valnerina	180		4.87
4	1998	03	21	16	45	0	Appennino umbro-marchigiano	141		5.00
3-4	1998	04	05	15	52	2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
3	2000	10	24	07	52	2	Monti Sibillini	65	5	4.11

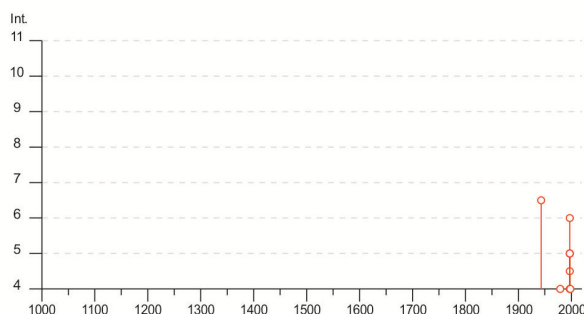


Figura 6 – Eventi sismici relativi al territorio di Monte Vidon Corrado (da: DBMI 2015)

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 14 di 101

2.3 SISMICITÀ ATTUALE

Durante lo svolgimento e la stesura del presente lavoro è tuttora in corso una importante serie sismica che ha colpito l'Appennino centrale a partire dal terremoto di Amatrice del 24 agosto 2016 di magnitudo M 6.0. Stando all'ultimo aggiornamento disponibile (27 aprile 2017) la sequenza sismica in Italia centrale ha superato le 65.500 scosse, interessando un'area molto estesa tra Lazio, Umbria, Marche e Abruzzo. Sono circa 52 i terremoti di magnitudo compresa tra 4.0 e 5.0; 5 quelli di magnitudo maggiore o uguale a 5.0 localizzati dalla Rete Sismica Nazionale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). I più forti terremoti, oltre quello con cui la sequenza è iniziata, sono: quello di magnitudo M 5.4, avvenuto alle ore 04:33 del 24 agosto; quelli del 26 ottobre delle ore 19.10 e delle 21.18 italiane, rispettivamente di magnitudo 5.4 e 5.9; infine l'evento del 30 ottobre, alle 07:40 ora italiana di magnitudo M 6.5 (Figura 7).

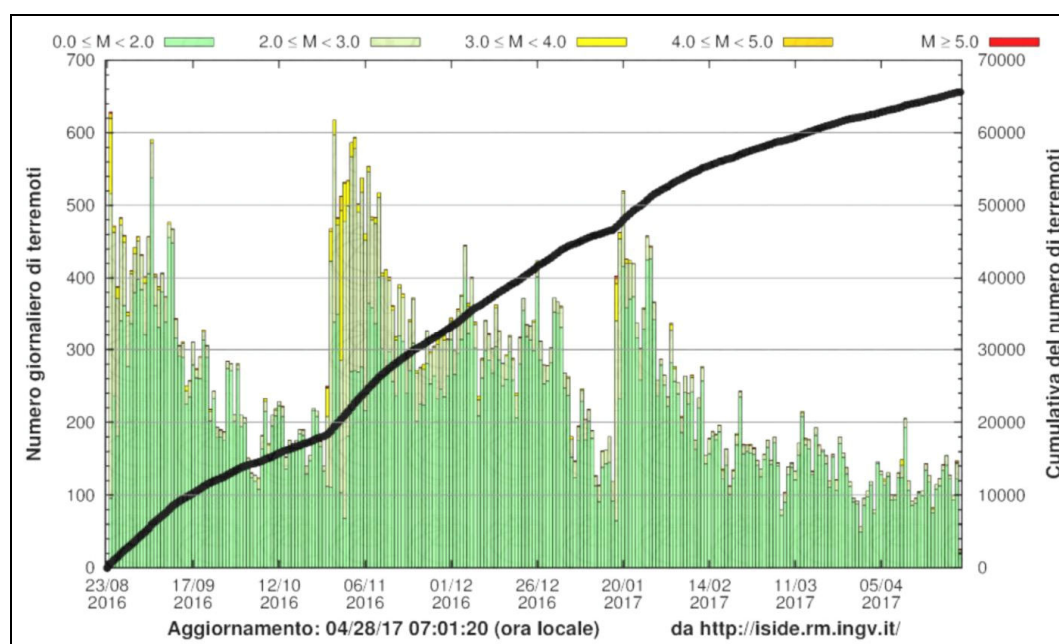


Figura 7 – Sequenza sismica in atto nell'Italia centrale (INGV)

Altre scosse sismiche di minore intensità sono ad oggi in corso e quelle registrate sul territorio di Monte Vidon Corrado e nelle sue vicinanze sono le seguenti (Figura 8):

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 15 di 101

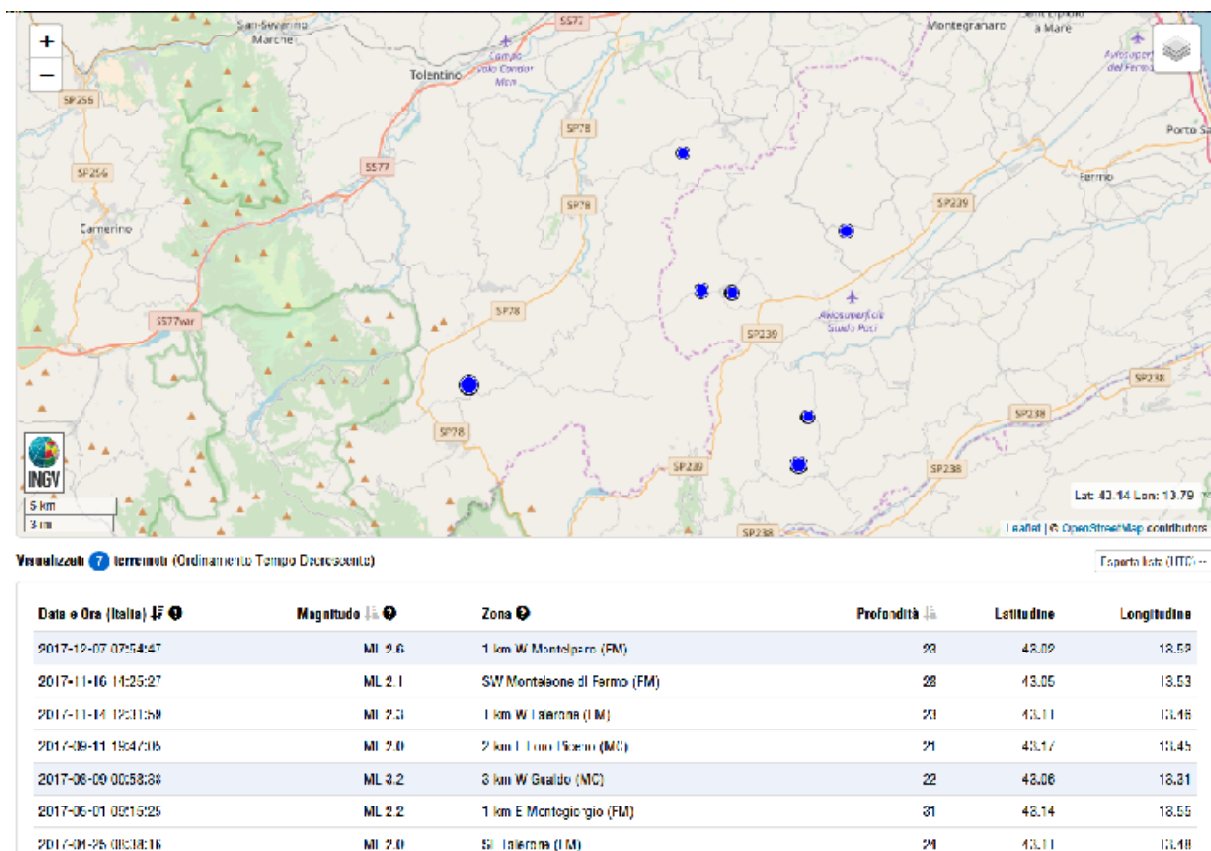


Figura 8 – Sequenza sismica registrata in Italia centrale in un raggio di 20 Km da Monte Vidon Corrado (INGV)

La serie è caratterizzata da un'intensità epicentrale media del II grado. La sismicità minore evidenzia una profondità degli ipocentri compresa tra 21 e 31 Km.

A seguito della crisi sismica dell'Appennino Centrale del 2016 nel Comune di Monte Vidon Corrado non si registrano particolari danneggiamenti a strutture pubbliche, piuttosto danni agli edifici privati in determinate zone del territorio.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 16 di 101

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Il territorio comunale di Monte Vidon Corrado ricade nel settore esterno della catena a pieghe e sovrascorrimenti umbro-marchigiana, in un settore dell'Avanfossa (Bacino Marchigiano Esterno o Bacino Periadriatico Auct.). I sedimenti terrigeni affioranti nell'area appartengono al ciclo post-orogenico di riempimento finale del Bacino Periadriatico Auctt., che è situato al margine della catena appenninica in via di sollevamento. La sequenza litostratigrafica riscontrata in zona testimonia l'evoluzione tettonico-morfologica subita dall'estrema porzione orientale del Bacino Marchigiano Esterno, un tempo costituito da un'antica linea costiera successivamente emersa in tempi geologici recenti. Il bacino sedimentario è colmato da una successione terrigena a dominante pelitica, all'interno della quale si rinvencono intercalati a varie altezze stratigrafiche corpi clastici sabbiosi e più raramente ghiaiosi. La disposizione strutturale dei litotipi si inserisce nell'ampia "Monoclinale" regionale nel dominio del Bacino Marchigiano Esterno, la quale consiste in una successione di strati debolmente inclinati ($3^{\circ} \div 7^{\circ}$) ed immergenti verso E/N-E.

In generale è possibile affermare che un'intensa attività tettonica ha condizionato in passato lo sviluppo dell'intera area, disarticolando il bacino in una serie di dorsali e depressioni di vario ordine e di varia intensità. Allo stato attuale le depressioni continuano ad essere incise dalle acque correnti appartenenti a fossi e corsi d'acqua secondari, mentre sul promontorio a cavallo del quale sorge il centro storico cittadino spiccano i depositi alluvionali antichi del Fiume Tenna.

Lungo i versanti collinari sovente affiorano i depositi eluvio-colluviali, spesso mobilitati da eventi franosi di vario ordine e grado, mentre sulle dorsali minori affiorano le torbiditi in litofacies pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica. Il ciclo si chiude alla base con la formazione pelitica di epoca pliocenica talora presente in affioramento a quote basse lungo i rilievi.

La successione stratigrafica è qui di seguito descritta partendo dalle formazioni cronostatigraficamente più antiche verso quelle più recenti e facendo riferimento alla legenda adottata dal Servizio Geologico d'Italia progetto CARG, Sezioni n. 31406 Falerone e n. 314070 Montegiorgio.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 17 di 101

Formazione delle Argille Azzurre (FAA) - Membro dell'Ascensione

Questa unità corrisponde alle Argille azzurre Auctorum, riferibili allo Zancleano-Piacenziano basale, e a gran parte dei depositi del ciclo sedimentario plio-pleistocenico; in CANTALAMESSA et al. (2002) la suddetta corrisponde alle Argille azzurre inferiori ed alle Argille azzurre superiori. Nel suo insieme si tratta di una successione, il cui spessore non supera i 3000 m, ad assetto monoclinale con immersione verso E-NE.

L'unità in esame risulta costituita da sedimenti prevalentemente pelitici nei quali si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti costituiti dalle seguenti associazioni: arenaceo-conglomeratica, arenacea, arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea. Queste si alternano in maniera variabile in senso verticale e presentano frequenti passaggi laterali.

Sulla base dei caratteri stratigrafico-sedimentologici, localmente sono stati distinti 4 membri dei quali quello presente nel territorio comunale di Monte Vidon Corrado si associa al Monte dell'Ascensione.

Vengono di seguito descritte le associazioni litologiche riscontrate nell'area oggetto di studio: pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica.

Litofacies Arenaceo-Pelitica (FAA4d)

L'Associazione arenaceo-pelitica è costituita da alternanze di strati, da sottili a medio-spessi, di sabbie e peliti con un rapporto sempre maggiore di uno. Le sabbie hanno un colore giallo-ocraceo, a granulometria da medio a fine, più raramente grossolana. Gli strati hanno geometria generalmente tabulare e mostrano una laminazione piano-parallela che passa, verso l'alto, a laminazione incrociata a scala ripples. La frazione pelitica, che può presentare spessori degli strati centimetrici, è costituita da materiale argilloso-siltoso a base erosiva e geometria lenticolare.

Affiora unicamente a cavallo delle dorsali minori aventi orientazione anti-appenninica ubicate nel settore occidentale del territorio comunale. Lo spessore sia aggira attorno ai 15-20 m

Litofacies Pelitico-Arenacea (FAA4)

L'Associazione pelitico-arenacea è costituita in genere da peliti fittamente stratificate con intercalazioni sabbiose di spessore variabile, in genere 2-3 cm. Il rapporto argilla/sabbia è prevalentemente basso. La frazione pelitica è costituita prevalentemente da silt argilloso e, più raramente, da solo silt o argilla. La frazione sabbiosa è data per lo più da sabbia gialla e talora grigiastra, a granulometria da media a fine. Le strutture sedimentarie che interessano le peliti

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDP n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 18 di 101

sono rare e si limitano alla sola laminazione piano-parallela, mentre nelle sabbie si trova spesso laminazione ondulata, incrociata e, a volte, piano-parallela. La geometria degli strati sabbiosi più sottili è generalmente ondulata e tabulare; gli strati più spessi, invece, danno luogo, alla scala dell'affioramento, ad una stratificazione piano-parallela. La base degli orizzonti sabbiosi, comunque, è netta ed erosiva sulle peliti, il tetto è ondulato.

Affiora a cavallo delle creste dei crinali e lo spessore medio varia da un minimo di 5 m ad un massimo di circa 20 m.

Depositi Continentali Quaternari

La cartografia dei depositi continentali dell'area di Monte Vidon Corrado è prevalentemente rappresentata da depositi eluvio-colluviali e subordinatamente da depositi alluvionali terrazzati antichi appartenenti al Sintema del Fiume Musone (MUS).

I primi, ascrivibili all'Olocene, ricoprono la maggior parte dei versanti collinari e sono perlopiù costituiti da limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi. Spesso tali depositi sono rimaneggiati a cause delle numerose frane presenti un po' ovunque su tutto il territorio comunale. Lo spessore risulta estremamente variabile, da pochi metri con punte massime di circa 20 m.

I secondi, ascrivibili al Pleistocene medio-Inf., affiorano unicamente nell'area del centro storico cittadino fino alla quota altimetrica di circa 400 m s.l.m. e sono rappresentati da un alternanza di sabbie e argille in vario predominio tra loro, soprastanti i depositi ghiaioso-sabbiosi a loro volta adagiati su limi argilloso-sabbiosi.

Depositi Antropici

Localmente è intervenuto l'uomo a modificare la naturale stratigrafia del sottosuolo attraverso la messa in posto di riporti di terra al fine di livellare le aree e ottenere spazi utili all'edificazione. Specificatamente sono 3 le aree del territorio comunale ove si rinviene la presenza di consistenti riporti di terra generalmente costituiti da un misto di limi, argille e sabbie con frammenti resti di laterizi e ciottoli poligenici ed eterometrici. In genere lo spessore medio varia tra 5 e 7 m.

Il paesaggio del territorio comunale di Monte Vidon Corrado è quello tipico retrostante la Costa Marchigiana, caratterizzato da dorsali collinari allineate secondo la direzione anti-appenninica e le linee morfologiche prevalenti sono determinate dai sedimenti plio-pleistocenici che danno origine a un paesaggio collinare ondulato, con rilievi collinari di medie altezze, bordati marginalmente dalle strette pianure dei corsi d'acqua minori e dalle valli dei fiumi maggiori.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 19 di 101

Geomorfologicamente, il centro storico di Monte Vidon Corrado, situato ad una quota media di circa 415 ÷ 425 m s.l.m., è delimitato da due scarpate strutturali situate a sud-ovest e a nord-ovest, mentre i versanti del promontorio risultano mediamente acclivi e diffusamente interessati da fenomeni gravitativi, perlopiù “*colamenti*” che interessano le coltri di copertura di tipologia prevalentemente limosa/argillosa. Uno in particolare è il fenomeno gravitativo che interessa il versante sud del centro abitato, già classificato nella Cartografia P.A.I. ed IFFI.

A seguito di analisi della cartografia (PRG, PAI, CARG, SCAI e IFFI), si è proceduto ad eseguire un rilevamento di campagna con controllo e revisione delle forme e processi legate alla dinamica di versante, nonché dello stato di attività. L’evoluzione morfologica della zona collinare è determinata oltre che dai fenomeni gravitativi anche dallo sviluppo del reticolo idrografico minore, che caratterizza le strutture monocliniche e quindi risente della predisposizione litostrutturale all’erosione selettiva. Le depressioni interposte fra le dorsali sono impostate in corrispondenza di livelli relativamente erodibili: in queste depressioni scorrono corsi d’acqua ortoclinali. Nell’area indagata non sono state rilevate faglie attive e capaci, né faglie inattive.

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Come accennato nell’introduzione, oltre alla cartografia fornita dalla Regione per i tematismi geologici (CARG), è stata compiuta un’approfondita ricerca dei dati esistenti presso l’Ufficio Tecnico Comunale e l’archivio dello scrivente, per la ricostruzione del modello geologico del sottosuolo e della stesura delle carte Geologico-Tecnica e MOPS.

In totale sono stati raccolti i dati che si riferiscono a n° 21 siti puntuali (indagini geognostiche e geofisiche puntuali) e n° 05 siti lineari (indagini geofisiche lineari), nel periodo compreso tra il 2009 ed il 2017.

Tutti i dati puntuali e lineari sono stati informatizzati, collegati al database e consultabili in formato pdf, nella sotto-cartella documenti, allegata all’interno della cartella indagini.

In particolare per la caratterizzazione geotecnica si è tenuto conto di:

- n° 3 sondaggi a carotaggio continuo (S)
- n° 3 sondaggi a distruzione di nucleo (SD)
- n° 31 sondaggi a carotaggio continuo che intercetta il substrato (SS)

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 20 di 101

- n° 26 sondaggi a distruzione di nucleo che intercetta il substrato (SDS)
- n° 7 trincee o pozzetti esplorativi (T);
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche leggere (DL)
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche medie (DN)
- n° 1 prova penetrometrica dinamica super-pesante (DS)
- n° 7 prove penetrometriche dinamiche (CTP)

mentre per la caratterizzazione geofisica sono state utilizzate:

- n° 5 prove sismiche MASW
- n° 21 prove a stazione singola (HVSr)
- n° 1 prova Down-Hole (DH)
- Prove di laboratorio su Campione (M)

I dati inseriti del database hanno permesso una precisa mappatura dei terreni affioranti e una ricostruzione dell'assetto geologico generale e le diverse litologie individuate sono state classificate in funzione delle caratteristiche geomeccaniche e della genesi dei depositi.

4.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Ai fini di una caratterizzazione geotecnica a grande scala e con caratteristiche di uniformità e ripetibilità del dato, i terreni di copertura sono stati classificati valutandone lo stato di aggregazione, compattezza, consistenza e addensamento, dall'interpretazione delle indagini penetrometriche, statiche e dinamiche.

Le prove penetrometriche statiche, CPT, hanno permesso di caratterizzare i terreni coesivi e classificarli in base allo stato di consistenza, in funzione del parametro C_u (coesione non drenata), facilmente ricavabile da tali prove applicando la correlazione per prove geotecniche di laboratorio, riportata in Tabella 2.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 21 di 101

Consistenza	c_u [kPa]
molto molle	< 12 kPa
molle	12 ÷ 25
media	25 ÷ 50
compatta	50 ÷ 100
molto compatta	100 ÷ 200
compattissima	> 200

Tabella 2 – Stato di consistenza in funzione ei valori di coesione non drenata.

Per quanto riguarda i terreni granulari sono state utilizzate le prove penetrometriche di tipo dinamico (DP, DPM e DPSH), per valutare lo stato di addensamento in funzione del parametro normalizzato N_{SPT} .

N_{SPT}	Valutazione dello stato di addensamento
< 4	Sciolto
4 -10	Poco addensato
10 -30	Moderatamente addensato
30 -50	Addensato
> 50	Molto addensato

Tabella 3 – Stato di addensamento in funzione dei valori di N_{SPT}

I dati ottenuti sono stati confrontati con le prove di laboratorio disponibili, per una verifica di congruenza dei risultati.

La caratterizzazione meccanica dei terreni costituenti i depositi più superficiali mi ha permesso di riconoscere nell'ambito dei confini litologici precedentemente individuati aree a caratteristiche geotecniche simili. Dal punto di vista del comportamento meccanico i terreni coesivi costituenti i depositi eluvio-colluviali hanno generalmente caratteristiche geomeccaniche che vanno da mediocri a discrete, con l'angolo di attrito interno che oscilla mediamente tra i 24° e i 26° e una coesione drenata in media compresa tra 0,07 e 0,15 Kg/cm², mentre in condizioni non drenate la coesione media è pari a 0,50 ÷ 1,00 Kg/cm².

I depositi alluvionali antichi mostrano valori dell'angolo di attrito interno mediamente compreso tra i 30° e 35° con valori della coesione drenata pressoché nulla, mentre in condizioni non drenate la coesione media è pari a 0,80 ÷ 1,40 Kg/cm².

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 22 di 101

Le formazioni marine plio-pleistoceniche mostrano i seguenti parametri geotecnici:

litofacies pelitico-arenacea: angolo di attrito interno $24^{\circ} \div 27^{\circ}$ e coesione drenata $0,10 \div 0,20$ Kg/cm², mentre in condizioni non drenate la coesione è $2,00 \div 3,00$ Kg/cm².

litofacies arenaceo-pelitica: angolo di attrito interno $30^{\circ} \div 33^{\circ}$ e coesione drenata $0,15 \div 0,25$ Kg/cm².

litofacies pelitica: angolo di attrito interno $26^{\circ} \div 28^{\circ}$ e coesione drenata $0,15 \div 0,30$ Kg/cm², mentre in condizioni non drenate la coesione è $2,50 \div 3,50$ Kg/cm².

I riporti mostrano in generale qualità geotecniche scadenti in quanto rimaneggiate e molto variabili; indicativamente l'angolo di attrito interno si aggira sui $18^{\circ} \div 22^{\circ}$ e talora mostrano una coesione drenata pari a circa $0,10$ Kg/cm².

Litologie	Parametri	Range di valori
Riporti - RI	Peso di volume (t/m ³) Coesione non drenata (Kg/cm ²) Coesione drenata (Kg/cm ²) Angolo di attrito (gradi) Velocità SH (m/s)	1,75 ÷ 1,85 0,20 ÷ 0,40 0,00 18 ÷ 22 150 ÷ 200
Depositi eluvio-colluviali - MLec	Peso di volume (t/m ³) Coesione non drenata (Kg/cm ²) Coesione drenata (Kg/cm ²) Angolo di attrito (gradi) Velocità SH (m/s)	1,95 ÷ 2,05 0,50 ÷ 1,00 0,07 ÷ 0,15 24 ÷ 26 150 ÷ 300
Depositi alluvionali terrazzati antichi – MLtf	Peso di volume (t/m ³) Coesione non drenata (Kg/cm ²) Coesione drenata (Kg/cm ²) Angolo di attrito (gradi) Velocità SH (m/s)	1,90 ÷ 2,15 0,80 ÷ 1,40 0,00 30 ÷ 35 300 ÷ 400
Litofacies pelitico-arenacea FAA4 – ALS	Peso di volume (t/m ³) Coesione non drenata (Kg/cm ²) Coesione drenata (Kg/cm ²) Angolo di attrito (gradi) Velocità SH (m/s)	2,10 ÷ 2,20 2,00 ÷ 3,00 0,10 ÷ 0,20 24 ÷ 27 400 ÷ 600
Litofacies arenaceo-pelitica	Peso di volume (t/m ³) Coesione non drenata (Kg/cm ²)	2,10 ÷ 2,25 ----

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 23 di 101

FAA4d – ALS	Coesione drenata (Kg/cm ²)	0,15 ÷ 0,25
	Angolo di attrito (gradi)	30 ÷ 33
	Velocità SH (m/s)	500 ÷ 650
Litofacies pelitica FAA- COS	Peso di volume (t/m ³)	2,05 ÷ 2,15
	Coesione non drenata (Kg/cm ²)	2,50 ÷ 3,50
	Coesione drenata (Kg/cm ²)	0,15 ÷ 0,30
	Angolo di attrito (gradi)	26 ÷ 28
	Velocità SH (m/s)	400 ÷ 650

Tabella 4 – Sintesi dei principali parametri delle litologie

Nella Tabella 3 si riporta una sintesi delle caratteristiche geotecniche e geofisiche delle litologie presenti nell'area di Monte Rinaldo, estrapolate dalle prove di laboratorio rinvenute e dai dati bibliografici disponibili.

4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA

Le indagini geofisiche reperite nel territorio comunale sono risultate molto carenti; infatti, è stato possibile reperire solamente n° 1 prova sismica MASW (L1) e n°2 prove sismiche a stazione singola HVSr (HVSr 14 e HVSr 17). Pertanto, ai fini di una corretta caratterizzazione geofisica dei terreni è stato necessario effettuare ulteriori prove sismiche attive e passive che mi hanno permesso di ottenere una omogenea “rete di copertura” del territorio. Nel dettaglio sono state effettuate n° 4 prove sismiche MASW e n° 19 indagini a stazione singola HVSr.

4.2.1 INDAGINI SISMICHE M.A.S.W.

L'indagine M.A.S.W. si contraddistingue per l'utilizzo di una sorgente impulsiva che genera onde sismiche, la cui propagazione viene registrata da una serie di sensori (geofoni) posti lungo uno stendimento le cui caratteristiche variano in funzione del sito in analisi. La metodologia MASW prende in esame le onde di Rayleigh e/o Love, che presentano dispersione nei mezzi stratificati; in altre parole, onde con differente lunghezza d'onda si propagano con diverse velocità di fase e di gruppo (Achenbach, J. D., 1999, Aki, K. and Richards, P. G., 1980).

Dalle indagini MASW è possibile ricavare, mediante un procedimento di inversione della curva di dispersione sperimentale, le velocità delle onde di taglio Vs dei litotipi attraversati. Tale

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 24 di 101

parametro viene utilizzato nei metodi semplificati proposti dalle N.T.C. 2008 per la determinazione delle categorie di sottosuolo e quindi per una stima degli “effetti di sito” (amplificazione sismica locale). In generale vi è una relazione di proporzionalità tra il valore delle onde di taglio e la rigidità del terreno: terreni rigidi sono caratterizzati da valori elevati delle Vs, mentre i terreni soffici da valori bassi.

In alcuni casi l’indagine MASW è stata analizzata in modo congiunto con HVSR in Onde di Rayleigh e di Love; questo metodo risulta essere assolutamente raccomandabile, in quanto permette di:

- fornire un modello di sottosuolo affetto da un minore grado di incertezza (limitando la non-univocità attraverso lo studio congiunto delle due componenti);
- ridurre notevolmente la possibilità di erronee interpretazioni legate allo studio di un solo tipo di onde, le quali porterebbero inevitabilmente a ricostruzioni del profilo di Vs anche pesantemente errate.

Le indagini sismiche MASW reperite ed eseguite mi permettono di estrapolare i seguenti dati:

- i terreni di copertura di origine antropica, costituiti da un misto di limi, argille, sabbie, resti di laterizi e ciottoli poligenici (RI) mostrano una velocità di propagazione delle onde di taglio Vs comprese tra 150 e 200 m/s;
- i terreni di copertura di origine eluvio-colluviale, costituiti da limi argillosi e/o limi argilloso-sabbiosi (ML-ec) mostrano una velocità di propagazione delle onde di taglio Vs comprese tra 150 e 300 m/s;
- i terreni di copertura di origine alluvionale, costituiti da un alternanza di argille e sabbie adagate su un pacco di ghiaie sabbiose (ML-tf) mostrano una velocità di propagazione delle onde di taglio Vs comprese tra 300 e 400 m/s;
- le unità del substrato appartenenti all’associazione pelitico-arenacea (FAA4 - ALS) mostrano una velocità Vs comprese tra 400 e 600 m/s;
- le unità del substrato appartenenti all’associazione arenaceo-pelitica (FAA4d - ALS) mostrano una velocità Vs comprese tra 500 e 650 m/s;
- le unità del substrato appartenenti alla formazione delle argille azzurre (FAA - COS) mostrano una velocità Vs comprese tra 400 e 650 m/s, in funzione del grado di sovraconsolidazione e dello stato di alterazione.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 25 di 101

4.2.2 INDAGINI SISMICHE A STAZIONE SINGOLA HVSR

La tecnica utilizzata si basa sui rapporti spettrali o HVSR [Horizontal to Vertical Spectra Ratio].

I risultati delle registrazioni sono utilizzati per determinare la frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per la progettazione di edifici in termini di risposta sismica locale; i progettisti, infatti, devono adottare adeguate precauzioni onde evitare che la frequenza di risonanza dell'edificio da progettare sia prossima a quella del terreno. Se la frequenza di risonanza del suolo coincide con quella degli edifici, si produce una notevole amplificazione delle onde sismiche, inducendo sollecitazioni sulle strutture con grande potere distruttivo [fenomeno della doppia risonanza].

Ogni sito può generare più di una risonanza e non esiste una risonanza fondamentale in assoluto. La vulnerabilità sismica non è necessariamente data dal picco H/V più ampio ma dal picco la cui frequenza è più prossima a quella dell'edificato e/o dell'edificio da realizzare. Infine le misure di microtremore a stazione singola, opportunamente invertite, permettono anche di stimare le Vs30 [velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri di sottosuolo], parametro la cui determinazione è richiesta dalla normativa sismica vigente [D.M. 14.01.2008]. Le curve H/V, in presenza di un vincolo noto in modo indipendente (profondità di un riflettore o Vs del primo strato) è data dalla formula:

$$f_r = \frac{Vs1}{4H}$$

nota la profondità del vincolo [H] e la frequenza [misurata] si ottiene la velocità delle onde di taglio relativa al primo strato. In realtà, in un sistema multistrato, la curva H/V contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza [e quindi allo spessore] di ciascuno di essi. Effettuando il fitting della curva sperimentale con una curva teorica, ricostruita per tentativi, (inserendo nel programma, di volta in volta, lo spessore del sismostrato e la sua velocità) si ottiene il valore di Vs30.

Le prove sismiche effettuate risultano dislocate in tutto il territorio esaminato e le corrispondenti frequenze fondamentali di risonanza hanno offerto un valido contributo nella ricostruzione dell'assetto geologico-stratigrafico delle aree di studio.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 26 di 101

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva circa le frequenze caratteristiche di risonanza registrate durante le misurazioni delle prove acquisite e reperite.

Identificativo registrazione	Località	Frequenza caratteristica (Hz)	Criteri di Sesame
HVRS14	ZONA P.E.E.P.	1.88	Verificato
HVRS17	CENTRO STORICO Capoluogo	20.31	Verificato
HVRS112	ZONA LARCIANO	6.34	Non verificato
HVRS113	ZONA LARCIANO	3.44	Verificato
HVRS114	ZONA LARCIANO	2.90	Non verificato
HVRS115	CASE MARINARO	8.53	Verificato
HVRS116	CASE MARINARO	2.75	Non verificato
HVRS117	C. COSTANZI	2.00	Non verificato
HVRS118	CENTRO STORICO	1.40	Non verificato
HVRS119	CAPOLUOGO	4.00	Verificato
HVRS120	ZONA CIMITERO	6.40	Non verificato
HVRS121	ZONA P.I.P.	2.56	Verificato
HVRS122	MADONNA DEL CARMINE	3.03	Verificato
HVRS123	MADONNA DEL CARMINE	2.75	Non verificato
HVRS124	SAN PIETRO	2.80	Verificato
HVRS125	CASE CORRADINI	3.09	Verificato
HVRS127	LARCIANO	3.03	Verificato
HVRS128	MADONNA DEL CARMINE	2.81	Verificato
HVRS129	MADONNA DEL CARMINE	6.13	Verificato
HVRS130	ZONA P.E.E.P.	2.30	Non verificato
HVRS131	SCUOLA ELEMENTARE LARGO OBERDAN	9.00	Non verificato

Tabella 5 – Frequenze caratteristiche prove sismiche passive (HVSR)

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 27 di 101

Dall'analisi delle curve H/V si evince quanto segue:

- le indagini sismiche HVSR, con picchi di risonanza compreso tra 1.0 e 2.0 Hz sono al limite della risoluzione strumentale, inoltre rappresentano delle variazioni di facies all'interno del substrato non influenti, pertanto sono da non prendere in considerazione;
- le indagini sismiche HVSR mostrano per la maggior parte picchi di risonanza compresi tra 2.7 e 4.0 Hz e tra 6.0 e 9.0 Hz e sono legati a contrasti di impedenza generati dal contatto litologico, rispettivamente, tra la litofacies arenaceo-pelitica (FAA4d-ALS) e la formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS) e tra la litofacies pelitico-arenacea (FAA4-ALS) e a litofacies arenaceo-pelitica (FAA4d-ALS);
- nella zona del centro storico cittadino non si rilevano amplificazioni degne di nota;
- nelle aree P.I.P. e P.E.E.P. si riscontrano picchi di risonanza compresi tra 2,30 e 2,60 Hz da mettere in relazione, molto probabilmente, con l'aumentare del contenuto marnoso della formazione pelitica basale con la profondità, registrato anche nel sondaggio down-hole a circa 30 m di profondità;
- nella scuola elementare sita a Largo Oberdan, ove è stata eseguita la prova sismica down-hole, si nota un contrasto di impedenza a circa 9,00 Hz associabile al passaggio litologico tra i depositi alluvionali antichi (ML-tf) e la sottostante litofacies pelitico-arenacea (FAA4-ALS), registrato a circa 10 m di profondità.

4.2.3 INDAGINE SISMICA DOWN-HOLE

E' stato eseguito un rilievo sismico mediante tecnica down-hole (DH) nel foro di sondaggio meccanico perforato a rotazione e carotaggio continuo, predisposto nel piazzale della Scuola Elementare sita in Largo Borgo Oberdan.

I risultati stratigrafici della perforazione meccanica, eseguita come da protocollo fino alla profondità di 35,50 metri, si riassumono mediante la seguente sequenza stratigrafia:

Stratigrafia Sondaggio 109026P98DH126

a) 0,00 - 0,90 m: Pavimentazione con sottofondo

Pietrischetto e pietrame misto a ghiaia.

b) 0,90 - 2,80 m: Terreno di riporto

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 28 di 101

Argilla limosa marrone-giallognola chiara M.S.C.C. (2,5Y6/4) con resti di laterizi e concrezioni calcitiche, leggermente umida, rimaneggiata. Sigla Litotecnica Standard 4.0 beta e s.m.i. "RI"

c) 2,80 - 8,40 m: Depositi alluvionali antichi

Limo con argilla debolmente sabbioso marrone-giallastro chiaro M.S.C.C. (10YR 6/4) di natura coesiva, con presenza di concrezioni calcitiche, leggermente umido al tatto, di consistenza medio-alta e plasticità medio-bassa. Sigla Litotecnica Standard 4.0 beta e s.m.i. "ML-tf"

d) 8,40 - 13,10 m: Associazione pelitico-arenacea

Argilla marrone-oliva chiaro M.S.C.C. (2,5Y5/3) leggermente umida al tatto, a tessitura finissima, con intercalazioni di livelli sabbioso-ghiaiosi da umidi a bagnati, di spessore variabile da pochi millimetri ad un massimo di $2 \div 3$ cm. Ogni evento deposizionale è caratterizzato da una coppia argilla/sabbia con rapporto pari all'incirca a 90/10. Sigla Litotecnica Standard 4.0 beta e s.m.i. "FAA4-ALS"

e) 13,10 - 30,00 m: Formazione pelitica

Argilla grigio-azzurra laminata M.S.C.C. (GLEY2 6/5PB) leggermente umida al tatto, a tessitura finissima, allo stato sovraconsolidato, con intercalazioni di veli sabbiosi umidi di spessore millimetrico. Sigla Litotecnica Standard 4.0 beta e s.m.i. "FAA-COS"

f) 30,00 - 35,50 m: Formazione pelitico-marnosa

Argilla marnosa grigio-azzurra laminata M.S.C.C. (GLEY2 6/5PB) leggermente umida al tatto, a tessitura finissima, allo stato sovraconsolidato, con intercalazioni di veli sabbiosi umidi di spessore millimetrico. Sigla Litotecnica Standard 4.0 beta e s.m.i. "FAA-COS"

L'indagine sismica, eseguita dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMCCNR), è stata effettuata in foro con onde di pressione P e di taglio S per una lunghezza complessiva di 33 metri lineari. I dati sono stati elaborati mediante inversione tomografica delle velocità sismiche sul modello delle discontinuità geomeccaniche e litologiche ottenute dalla lettura della colonnina stratigrafica di perforazione.

I valori delle velocità sismiche sono serviti per la definizione del profilo verticale di velocità (V_p e V_s), e per la stima dei parametri elastici dinamici dei terreni investigati.

L'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR) che ha eseguito la prova per conto del Centro di MS ha fornito la seguente elaborazione:

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 29 di 101

Macroarea	Marche 2	
Località	Monte Vidon Corrado	
Data di acquisizione	14/10/2017	
Coordinate Geografiche	Lat.	43° 07' 17.73" N
	Long.	13° 29' 10" E
Sondaggio		
Profondità foro (m)	35	
Strumentazione		
Sismografo	Geometrics-Geode	
Sensori	n. 2 geofoni 3D a distanza di 1 m a 10 Hz	
Sistema orientazione	Aste in alluminio	
Sorgente	Massa Battente 5 Kg	
Piastra (componente verticale)	Alluminio rinforzato 30cmX30cm	
Piastra (componente orizzontale)	Teflon rinforzato 100cmX30cmX20cm	
Parametri acquisizione		
Intervallo Campinamento (ms)	0.500	
Finestra temporale (s)	1.0	
Numero Campioni acquisiti	2000	
Distanza dal boccapozzo (m)	2.0	
Prima misura (m)	1.0	
Ultima Misura (m)	33.0	

Tabella 6 – Scheda di misurazione DH

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 30 di 101

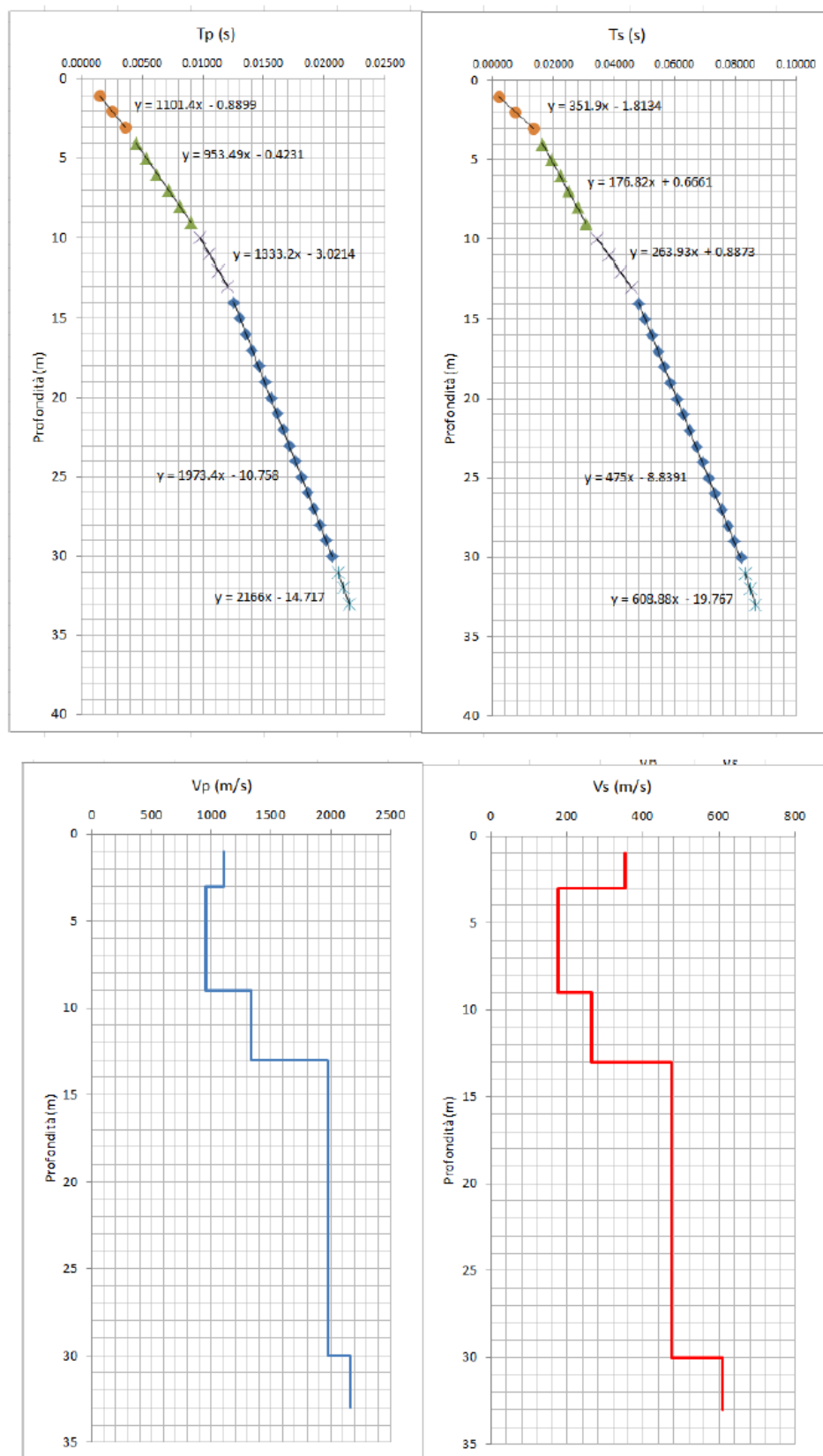


Figura 9 – Grafici delle velocità delle onde di compressione P e di taglio S

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 31 di 101

Profondità [m]	Vp [m/s]	Vs [m/s]
0.0 - 3.0	1101	352
3.0 - 9.0	953	177
9.0 – 13.0	1333	264
13.0 – 30.0	1973	475
30.0 – 33.0	2166	609

Tabella 7 – Velocità delle onde di compressione P e di taglio S

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

La ricostruzione geolitologica del sottosuolo effettuata mediante le correlazioni litostratigrafiche derivate dalle indagini puntuali, ha permesso di elaborare un modello geologico del territorio comunale. I dati puntuali delle indagini sono stati valutati e confrontati con le cartografie geologiche esistenti (Carta Geologica Regionale in scala 1:10.000 - progetto CARG; Carta Geologica e Carta Geomorfologica allegata al vigente strumento urbanistico), integrati con rilievi diretti di campagna. I terreni presenti nell’ambito del territorio comunale, descritti nei capitoli precedenti, sono costituiti essenzialmente dalla Formazione del Membro dell’Ascensione delle Argille Azzurre (FAA) nella quale si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti costituiti dalle seguenti associazioni: pelitico-arenacea (FAA4-ALS) e arenaceo-pelitica (FAA4d-ALS). Queste si alternano in maniera variabile in senso verticale, con spessori generalmente variabili da 10 a 25 m per la prima e da 15 a 20 m per la seconda.

In Figura 10 sottostante si riporta la sezione geologica 11-12 rappresentativa dell’intera sequenza litostratigrafica rinvenuta nell’area oggetto di studio. Per ciò che concerne le coltri di copertura specifico che trattasi per la maggior parte di depositi eluvio-colluviali (ML-ec) e solo in corrispondenza del capoluogo cittadino è presente un lembo di un antico terrazzo alluvionale deposto dal Fiume Tenna (ML-tf).

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 32 di 101

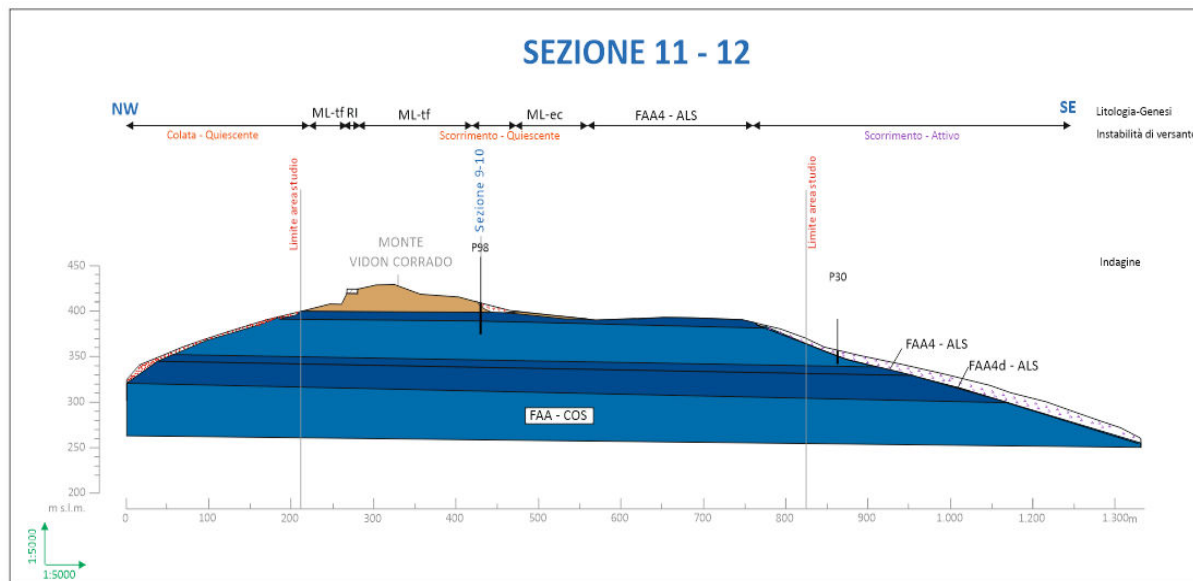


Figura 10 – Schema sequenza litostratigrafica completa (Sezione 11-12)

LEGENDA

TERRENI DI COPERTURA

- RI** Terreni contenenti resti di attività antropica "RI" (Olocene)
- ML** Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità "ec - eluvi/colluvi" (Olocene - Pleistocene superiore)
- ML** Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità Ambiente fluviale-lacustre: "tf - terrazzo fluviale" (Pleistocene superiore-medio)

SUBSTRATO GEOLOGICO

- FAA4 - ALS** ARGILLE AZZURRE: Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie) (Pleistocene superiore)
- FAA - COS** ARGILLE AZZURRE: Argille/Argille laminate (Pleistocene superiore-medio)
- FAA4 - ALS** ARGILLE AZZURRE: Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie) (Pleistocene inferiore - Pliocene medio)
- FAA4d - ALS** ARGILLE AZZURRE: Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille) (Pleistocene inferiore - Pliocene medio)
- FAA - COS** ARGILLE AZZURRE: Argille/Argille laminate (Pliocene superiore-inferiore p.p.)

INSTABILITA' DI VERSANTE

- Scorrimento - attivo
- Scorrimento - quiescente
- Colata - attiva
- Colata - quiescente

ALTRI ELEMENTI

- Sezione n-n
Proiezione tratti di sezione geologica
- ML-ec
Limite litologie affioranti
- PnSn
Proiezione indagine geognostica e numero di indagine

Figura 11 – Legenda Sezioni Geologiche

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 33 di 101

6. INTERPRETAZIONI ED INCERTEZZE

La distribuzione delle indagini inserite nel geodatabase copre in maniera soddisfacente i perimetri delle aree scelte per la MS di 3 livello.

Nell'insieme i dati a disposizione sono comunque risultati esaustivi per una ricostruzione attendibile del quadro dell'assetto geolitologico e stratigrafico generale.

La raccolta organica e ragionata dei dati ha permesso, oltre alla loro catalogazione, di effettuare opportune correlazioni da mettere in evidenza per la stesura della carta delle MOPS e di scegliere alcuni siti per l'esecuzione di misure strumentali di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSR), sia per verificare i dati preesistenti, sia per valutare situazioni litostratigrafiche che potenzialmente potevano indurre fenomeni di impedenza.

Per quanto riguarda i dati di tipo geofisico pochi sono i dati reperiti successivi all'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008, pertanto si è reso necessario implementarli mediante l'esecuzione di nuove indagini sismiche, sia a stazione singola (HVSR), sia di tipo MASW, ciononostante quest'ultime risultano carenti in alcune MOPS individuate.

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Al fine di identificare le frequenze di risonanza del sottosuolo sono state analizzate le ventuno tracce di registrazione del rumore sismico a stazione singola acquisite e reperite (Figura 11). Lo strumento impiegato per le nuove registrazioni è il TROMINO.

Lo scopo di tale indagine è individuare qualitativamente zone caratterizzate o meno da fenomeni di risonanza significativi e quelle caratterizzate da contrasti di impedenza, per una prima analisi sul comportamento sismico delle locali sequenze deposizionali.

L'elaborazione dei risultati ha altresì fornito indicazioni ai fini della ricostruzione del modello geologico del sottosuolo per la stesura delle MOPS, con particolare riferimento al confronto tra lo spessore delle unità litologiche e le frequenze fondamentali, sulla base della relazione $f_0 = V_s/4H$, espressione del rapporto che intercorre tra frequenza di risonanza del sedimento (f_0), spessore (H) e velocità media delle V_s dello stesso (Albarello et. al. 2010).

I diagrammi spettrali interpretati mostrano maggiori ampiezze dei picchi in zona Larciano (comprese tra 4,0 e 7,0) e sono legati a contrasti di impedenza generati dal contatto litologico tra la litofacies arenaceo-pelitica (FAA4d-ALS) e la formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS) a

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 34 di 101

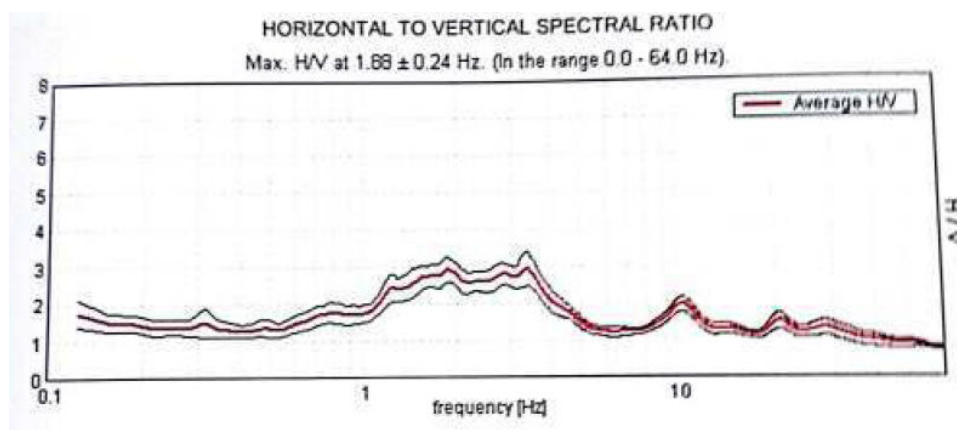
circa 15 m di profondità e tra la litofacies pelitico-arenacea (FAA4-ALS) e la litofacies arenaceo-pelitica (FAA4d-ALS) rinvenuto a circa 40 m di profondità.

Picchi di risonanza di ampiezza compresa tra 3,0 e 4,0 sono stati registrati, soprattutto, lungo la cresta di Madonna del Carmine e, più in generale, nella zona del centro urbano del capoluogo e sono legati ad un contrasto di impedenza generato dal contatto litologico tra la litofacies pelitico-arenacea (FAA4-ALS) e la formazione delle argille grigio-azzurre sottostante (FAA-COS) ad una profondità variabile tra i 15 ed i 25 m.

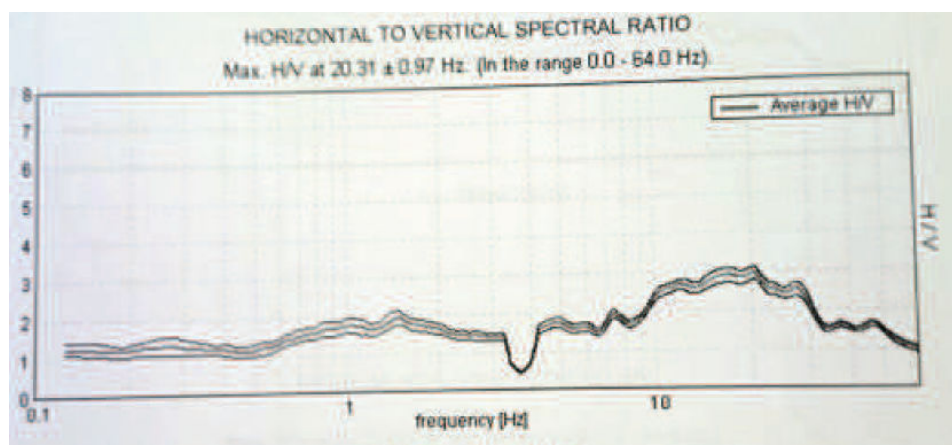
Per il resto si notano picchi di risonanza di modesta ampiezza ($\cong 2,0$) associabili a deboli contrasti di impedenza il più delle volte a notevole profondità.

Si sottolinea che in dodici diagrammi spettrali del rapporto H/V delle prove eseguite e reperite i picchi individuati soddisfano i criteri del Sesame su un totale di 21 prove analizzate.

HVSR14 (reperita)

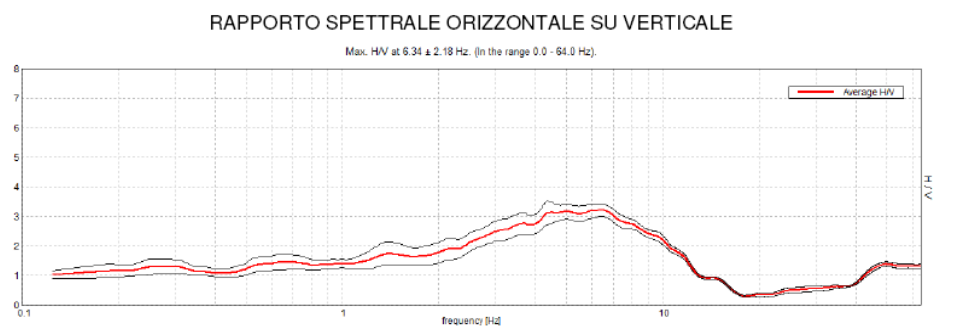


HVSR17 (reperita)

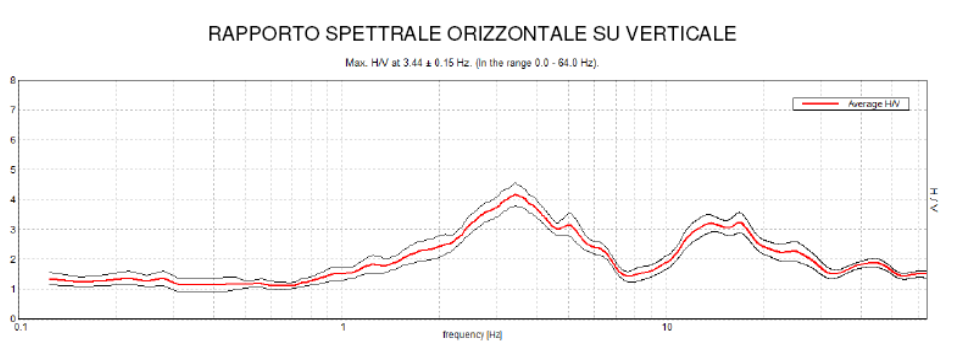


<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 35 di 101</p>

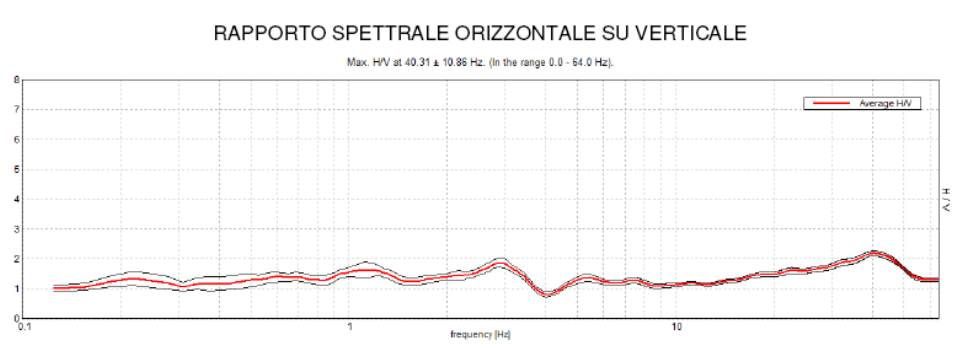
HVRS112



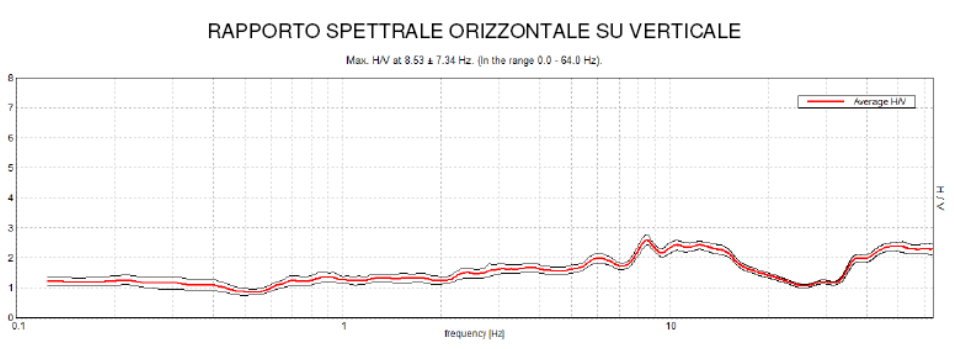
HVRS113



HVRS114

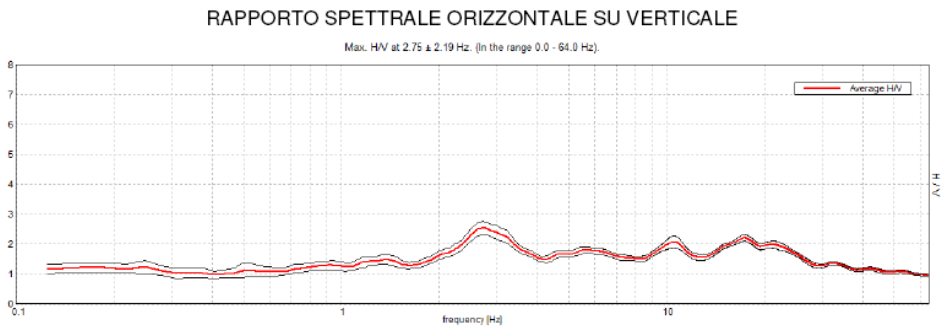


HVRS115

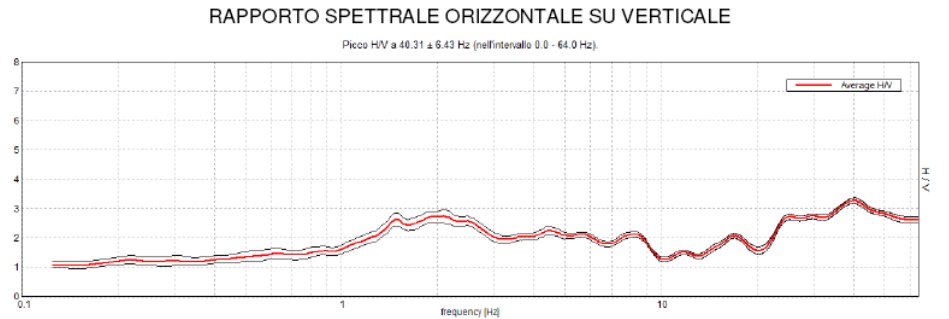


<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 36 di 101</p>

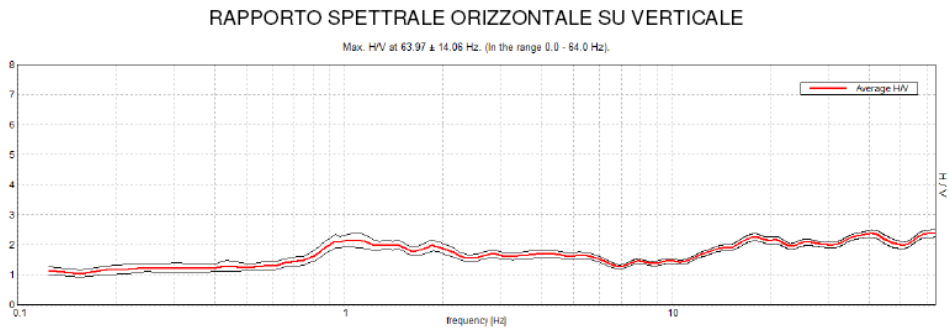
HVRS116



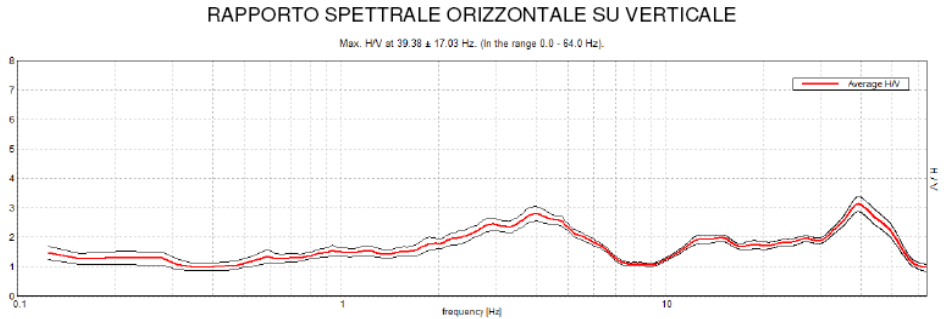
HVRS117



HVRS118

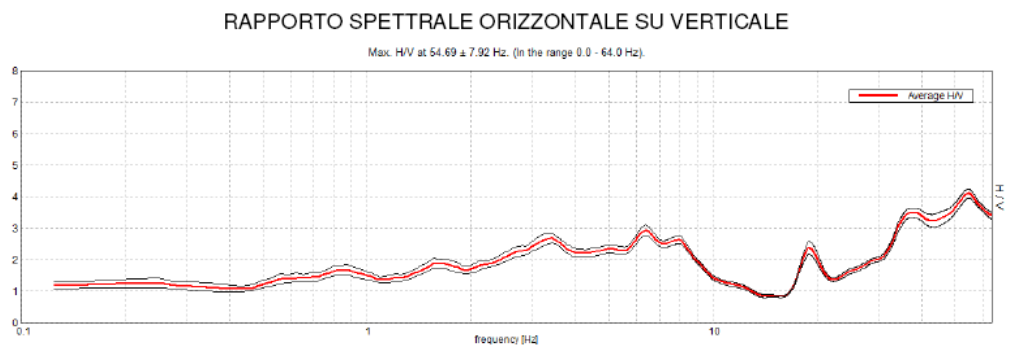


HVRS119

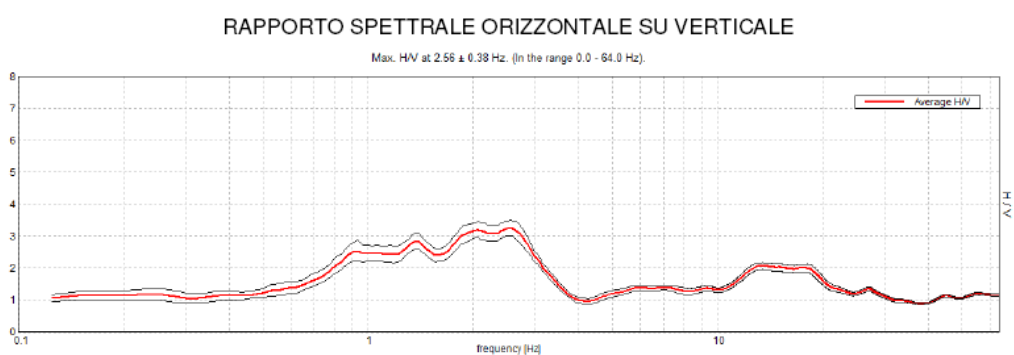


<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 37 di 101</p>

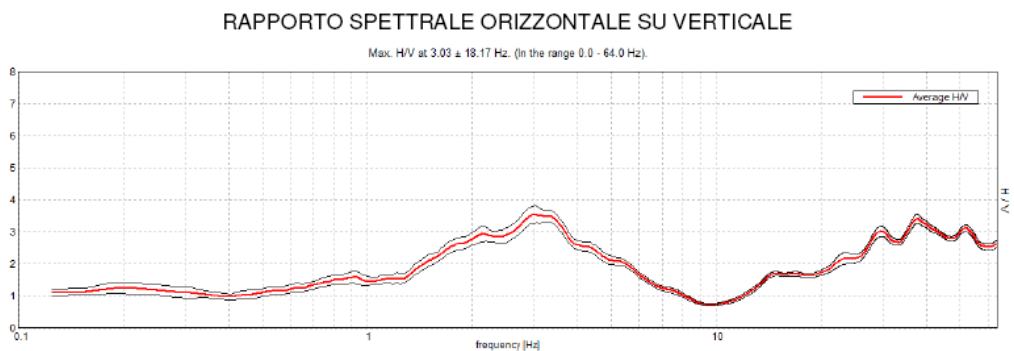
HVRS120



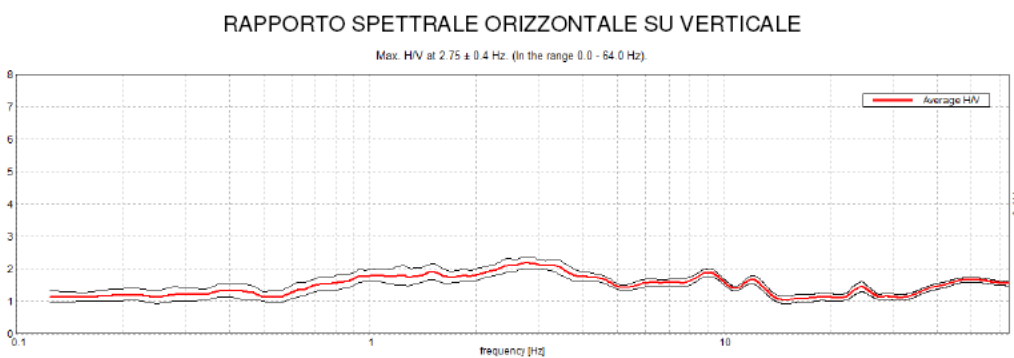
HVRS121



HVRS122

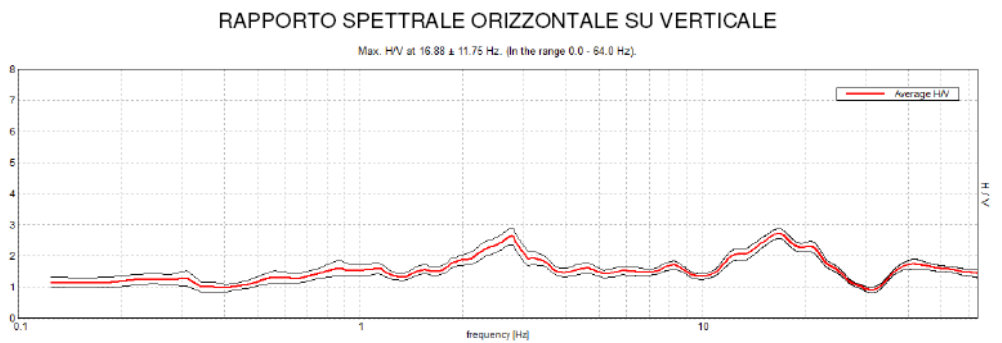


HVRS123

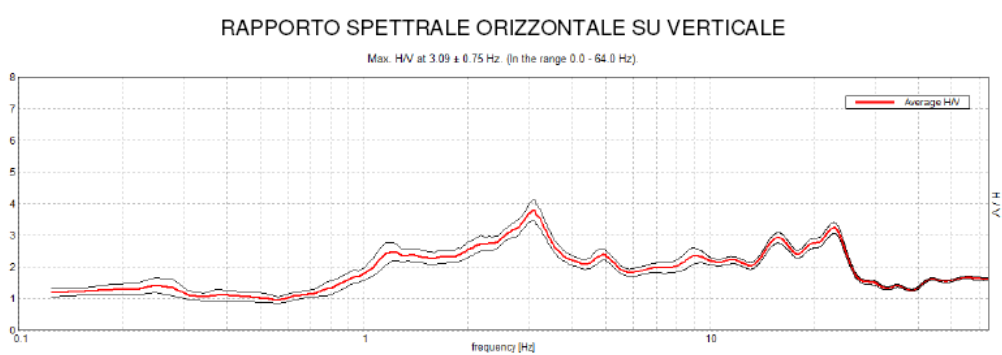


<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 38 di 101</p>

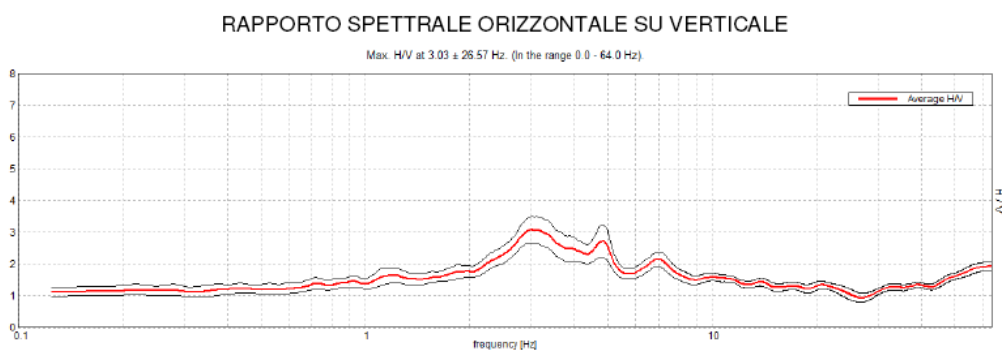
HVRS124



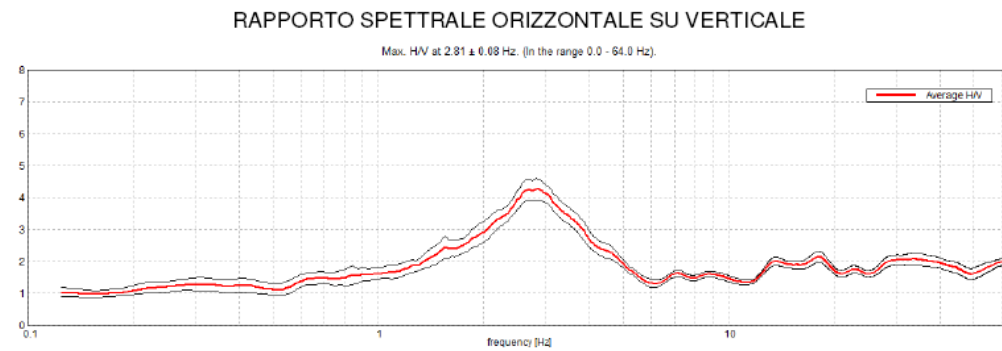
HVRS125



HVRS127



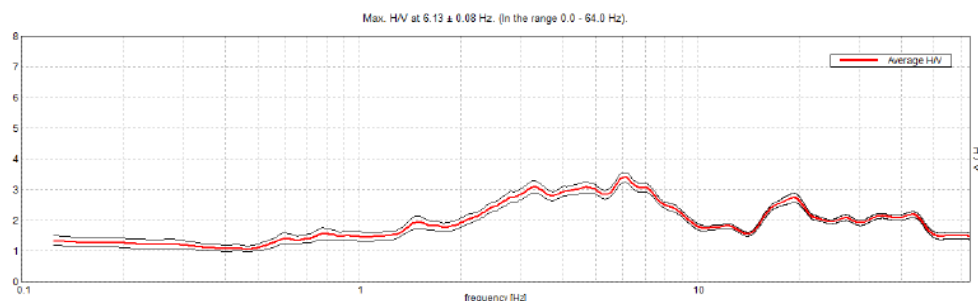
HVRS128



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 39 di 101	

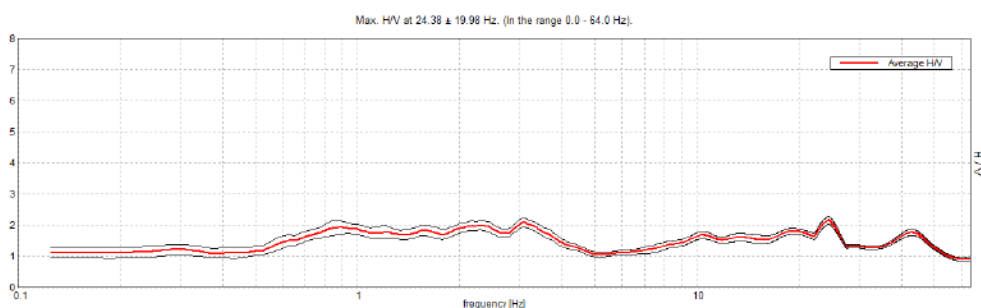
HVRS129

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



HVRS130

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



HVRS131

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

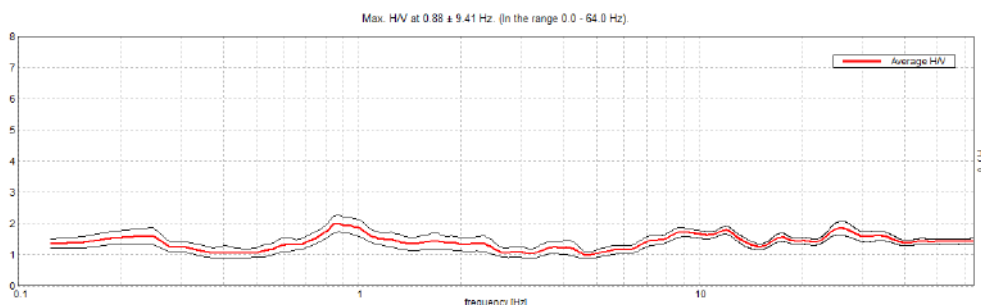


Figura 12 – Diagrammi di rapporti spettrali H/V con range di frequenze confrontabili

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Le carte prodotte e di seguito descritte nel dettaglio sono state realizzate sia in formato cartaceo sia digitale (GIS) a scala 1:5.000, riportando i dati e la simbologia indicata per ognuno degli elaborati prodotti nelle specifiche tecniche illustrate negli *“Standard di rappresentazione e archiviazione informatica – Versione 4.0b”*

L’analisi della documentazione cartografica e informatica segnalata non ha evidenziato dati sulla presenza di faglie attive e capaci.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 40 di 101

Tutti i dati di archiviazione in formato shape sono forniti in allegato digitale alla presente relazione.

8.1 CARTA DELLE INDAGINI

La carta delle indagini rappresenta sia le indagini raccolte nel territorio sia quelle realizzate ex-novo. Nel geodatabase compilato, sono stati inseriti n° 21 siti puntuali e n°5 siti lineari.

La tabella “*indagini puntuali*” collegata a quella dei siti puntuali e al relativo shapefile Ind_pu contiene n° 21 indagini costituite da:

- n° 3 sondaggi a carotaggio continuo (S)
- n° 3 sondaggi a distruzione di nucleo (SD)
- n° 31 sondaggi a carotaggio continuo che intercetta il substrato (SS)
- n° 26 sondaggi a distruzione di nucleo che intercetta il substrato (SDS)
- n° 7 trincee o pozzetti esplorativi (T);
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche leggere (DL)
- n° 2 prove penetrometriche dinamiche medie (DN)
- n° 1 prova penetrometrica dinamica super-pesante (DS)
- n° 7 prove penetrometriche dinamiche (CTP)
- n° 21 prove a stazione singola (HVSr)
- n° 1 prova Down-Hole (DH)
- Prove di laboratorio su Campione (M)

Collegate alla tabella siti lineari invece sono state inserite n°5 indagini lineari, consistenti in:

- n° 5 prove sismiche MASW

Non visualizzate sulla carta delle indagini, ma comunque presenti nel database troviamo anche le seguenti indagini di laboratorio:

- Determinazione del contenuto d’acqua
- Determinazione del peso specifico dei grani
- Analisi granulometriche
- Determinazione dei Limiti di Atterberg

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 41 di 101

Su ciascuna delle indagini puntuali e lineari sono stati inseriti i corrispondenti parametri nella tabella “parametri puntuali” e “parametri lineari” (caratteristiche geologiche, meccaniche, fisico-chimiche ecc.).

Tutti i dati raccolti sono stati informatizzati tramite il software SoftMS fornito direttamente dal sito della Protezione Civile Nazionale. L’inserimento e lo studio dei dati raccolti si è concluso con l’esportazione del fileAccess riferito al Comune di Monte Vidon Corrado, all’interno del quale sono stati catalogati secondo gli Standard di archiviazione informatica i dati raccolti che costituiscono la base di partenza per la realizzazione della Carta delle Indagini.

Legenda

	Sondaggio a carotaggio continuo
	Sondaggio a distruzione di nucleo
	Sondaggio a carotaggio continuo che intercetta il substrato
	Sondaggio a distruzione di nucleo che intercetta il substrato
	Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni
	Prova penetrometrica in foro (SPT)
	Prova penetrometrica statica con punta meccanica(CPT)
	Prova penetrometrica dinamica super pesante
	Prova penetrometrica dinamica media
	Prova penetrometrica dinamica leggera
	Trincea o pozzetto esplorativo
	Sondaggio con piezometro
	Prova sismica in foro tipo Downhole
	Stazione microtremore a stazione singola
	MASW
	limite aree di studio
	limite confini amministrativi

Figura 13 – Legenda Carta delle Indagini

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 42 di 101

8.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

La Carta Geologico-Tecnica per la microzonazione sismica è stata redatta sulla base di un'accurata analisi della documentazione cartografica geologica e geomorfologica, dei dati litologici, stratigrafici, litotecnici e sismici esistenti e di nuova acquisizione, nonché di rilevamenti geomorfologici sul territorio.

Nella Carta è riportata la distinzione tra litotipi di copertura e substrato, identificati per litologia e ambiente di deposizione, l'ubicazione dei sondaggi che hanno raggiunto o meno il substrato geologico e la traccia delle sezioni geologiche rappresentative del modello del sottosuolo.

I terreni di copertura sono stati raggruppati in funzione della litologia prevalente e dell'ambiente deposizionale, considerando lo spessore minimo cartografabile pari a 3 metri.

Sono state inoltre trascritte in carta le giaciture degli strati, le principali forme e processi geomorfologici utili per l'identificazione di zone suscettibili di instabilità ed amplificazione (aree in frana e loro stato di attività, scarpate morfologiche, creste, ecc.).

Per quanto riguarda i fenomeni di instabilità di versante sono stati riportati nelle cartografie i dissesti di versante prendendo come base di riferimento i limiti delle cartografie PAI e IFFI, opportunamente messi a confronto con la carta geomorfologica del P.R.G. e con dati relativi ai rilievi aggiornati.

Su questa base si è proceduto a un rilevamento di campagna con controllo e revisione delle forme e processi legate alla dinamica di versante, nonché dello stato di attività, mantenendo viceversa le caratteristiche delle aree cartografate nel caso di assenza di studi e dati sicuri circa la dinamica del movimento e/o sullo stato di attività.

Un aspetto molto importante da segnalare è che lo studio eseguito non ha evidenziato la presenza di un substrato sismico di tipo rigido ($V_s \geq 800$ m/s): pertanto, con riferimento alla legenda, i substrati identificati con le varie sigle sono sempre intesi nell'accezione geologica. L'analisi della documentazione cartografica, inoltre, non ha evidenziato la presenza di faglie attive e capaci, né tantomeno faglie inattive.




Il territorio è stato quindi suddiviso in poligoni in base alla tipologia delle coperture o del substrato geologico affiorante, allo stato di addensamento o consistenza delle coperture e all'ambiente genetico deposizionale.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 43 di 101

Di seguito sono illustrate e descritte le unità geologico-tecniche riconosciute e cartografate (*shapefile_GeoTec*).

Legenda




Terreni di copertura

	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica.
	ML	Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità: "tf - terrazzo fluviale"
	ML	Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità: "ec - eluvi/colluvi"



Substrato geologico

	ALS	ARGILLE AZZURRE: Arenaceo-pelitica	FAA4d - ALS
	ALS	ARGILLE AZZURRE: Pelitico-arenacea	FAA4 - ALS
	COS	ARGILLE AZZURRE: Argille/argille laminate FAA - COS	

Forme di superficie e sepolte

	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10 - 20 m)
	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (> 20 m)
	Cresta




Limiti

	Limiti Amministrativi
	Limiti area di studio

Elementi tettonico strutturali

	6°	Giacitura strati
-----------------------------------------------------------------------------------	----	------------------

Elementi geologici

	10	Pozzo o sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico (profondità in m)
	10	Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico (profondità in m)
		Traccia di sezione geologica significativa e rappresentativa del modello del sottosuolo

Instabilità di versante





	Scorrimento - attiva
	Scorrimento - quiescente
	Colata - attiva
	Colata - quiescente

Figura 14 – Legenda Carta Geologico-Tecnica

UNITA' DELLA COPERTURA

Sono state cartografate le unità della copertura con spessore > di 3,00 m.

RI - Terreni contenenti resti di attività antropica

Specificatamente sono 3 le aree del territorio comunale ove si rinviene la presenza di consistenti riporti di terra generalmente costituiti da un misto di limi, argille e sabbie con frammisti resti di laterizi e ciottoli poligenici ed eterometrici. In genere lo spessore medio varia tra 5 e 7 m.

Le velocità delle onde di taglio oscillano tra 150 e 200 m/sec.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 44 di 101

ML - Limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità

La cartografia dei depositi continentali dell'area di Monte Vidon Corrado è prevalentemente rappresentata da depositi eluvio-colluviali e subordinatamente da depositi alluvionali terrazzati antichi appartenenti al Sintema del Fiume Musone (MUS).

I primi, ascrivibili all'Olocene, derivano dall'alterazione del substrato marino ed è stato assegnato il codice genetico-deposizionale "ec". Ricoprono la maggior parte dei versanti collinari e sono perlopiù costituiti da limi argillosi e limi argilloso-sabbiosi. Trattasi di unità litologica in linea generale moderatamente consistente e di media plasticità, contraddistinta da qualità geomeccaniche variabili, in prevalenza mediocri, le quali decadono localmente in occasione della presenza di livelli saturi e/o acquiferi interclusi all'interno dei depositi. Spesso tali depositi sono rimaneggiati a causa delle numerose frane presenti un po' ovunque su tutto il territorio comunale. Lo spessore risulta estremamente variabile, da pochi metri con punte massime di circa 20 m. Le velocità delle onde di taglio, emerse dalle indagini sismiche eseguite e reperite, sono comprese tra i valori di 150 e 300 m/s.

I secondi, ascrivibili al Pleistocene medio-Inf., affiorano unicamente nell'area del centro storico cittadino fino alla quota altimetrica di circa 400 m s.l.m. (circa 25 m di spessore) e sono rappresentati da un'alternanza di sabbie e argille in vario predominio tra loro, soprastanti i depositi ghiaioso-sabbiosi a loro volta adagiati su limi argilloso-sabbiosi.

Le velocità delle onde di taglio, emerse dalle indagini sismiche eseguite e reperite, sono comprese tra i valori di 300 e 400 m/s.

UNITA' DEL SUBSTRATO

FAA4-ALS - Litofacies Pelitico-Arenacea

L'Associazione pelitico-arenacea è costituita in genere da peliti fittamente stratificate con intercalazioni sabbiose di spessore variabile, in genere 2-3 cm. Il rapporto argilla/sabbia è prevalentemente basso. La frazione pelitica è costituita prevalentemente da silt argilloso e, più raramente, da solo silt o argilla. La frazione sabbiosa è data per lo più da sabbia gialla e talora grigiastra, a granulometria da media a fine. Le strutture sedimentarie che interessano le peliti sono rare e si limitano alla sola laminazione piano-parallela, mentre nelle sabbie si trova spesso laminazione ondulata, incrociata e, a volte, piano-parallela. La geometria degli strati sabbiosi più sottili è generalmente ondulata e tabulare; gli strati più spessi, invece, danno luogo, alla scala

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 45 di 101

dell'affioramento, ad una stratificazione piano-parallela. La base degli orizzonti sabbiosi, comunque, è netta ed erosiva sulle peliti, il tetto è ondulato. L'unità affiora perlopiù a cavallo delle creste dei crinali e lo spessore medio varia da un minimo di 5 m ad un massimo di circa 20 m. Le velocità delle onde di taglio, emersa dalle indagini sismiche eseguite e reperite, sono comprese tra i valori di 400 e 600 m/s.

FAA4d-ALS - Litofacies Arenaceo-Pelitica

L'Associazione arenaceo-pelitica è costituita da alternanze di strati, da sottili a medio-spessi, di sabbie e peliti con un rapporto sempre maggiore di uno. Le sabbie hanno un colore giallo-ocraceo, a granulometria da medio a fine, più raramente grossolana. Gli strati hanno geometria generalmente tabulare e mostrano una laminazione piano-parallela che passa, verso l'alto, a laminazione incrociata a scala ripples. La frazione pelitica, che può presentare spessori degli strati centimetrici, è costituita da materiale argilloso-siltoso a base erosiva e geometria lenticolare.

Affiora unicamente a cavallo delle dorsali minori aventi orientazione anti-appenninica ubicate nel settore occidentale del territorio comunale. Lo spessore sia aggira attorno ai 15-20 m.

Le velocità delle onde di taglio, emersa dalle indagini sismiche eseguite e reperite, sono comprese tra i valori di 500 e 650 m/s.

FAA-COS - Formazione delle Argille Azzurre

Tale unità rappresenta la Formazione delle Argille Azzurre e la litofacies delle peliti laminate. La prima è composta da un'alternanza di argille moderatamente marnose dalla colorazione grigio-avana tendente ad azzurrognola e di peliti siltose in strati sottili e sottilissimi, con intercalati livelli sabbiosi in strati sottili e sottilissimi, con straterelli fittamente laminati limoso-sabbiosi, ocracei, raramente sabbiosi, a granulometria molto fine. La stratificazione delle peliti è generalmente poco visibile e la frattura è concoide. A profondità via via crescenti il deposito tende ad assumere una struttura massiva e quindi una stratificazione poco visibile. Frequenti all'interno del deposito risultano essere i frustoli vegetali e i frammenti di molluschi. All'interno della stessa unità è stata compresa la litofacies delle Peliti Lamine costituite da argille siltose bluastre e grigio-azzurre generalmente ben stratificate; a volte esse presentano intercalazioni millimetriche di sabbie fini grigiastre anche in forma lenticolare. Tali sedimenti sono riconducibili a tipici fanghi emipelagici.

Dai dati raccolti da indagini sismiche la velocità delle onde sismiche di taglio sono comprese tra 400 e 650 m/s.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 46 di 101

N.B.: tutte le unità del substrato sono classificabili non rigide sotto il profilo sismico in quanto caratterizzate da valori delle velocità delle onde sismiche di taglio < 800 m/s.

INSTABILITA' DI VERSANTE

Per quanto riguarda gli aspetti che si riferiscono alle forme e processi geomorfologici legati alle dinamiche di versante, come accennato in precedenza, si è posta particolare attenzione alla revisione dei fenomeni gravitativi di versante e/o delle aree instabili, analizzati e cartografati anche riguardo allo stato di attività.

Come è noto per stato attivo s'intende evidenze morfologiche di movimento che, non avendo esaurito la loro evoluzione, possono considerarsi recenti e riattivabili nel breve periodo con frequenza e/o carattere stagionale; per stato quiescente, evidenze morfologiche che, non avendo esaurito la loro evoluzione, hanno la possibilità di riattivarsi; per stato inattivo, qualora gli elementi morfologici siano riconducibili a condizioni morfoclimatiche diverse dalle attuali o non presentino condizioni di riattivazione o di evoluzione.

La tipologia di movimento più frequente riscontrata nel territorio è associabile prevalentemente a frane per colamento attive e quiescenti che interessano le coperture eluvio-colluviali; tuttavia, sono state riconosciute e cartografate anche frane di scorrimento, perlopiù attive, che interessano i versanti situati a nord-ovest del territorio comunale.

Dai rilievi di campagna effettuati sono state riscontrate alcune difformità con le carte geologiche ufficiali del PAI e IFFI, tuttavia specifico che tali difformità hanno comportato solamente correzioni in senso conservativo, ovvero ampliando le aree in dissesto, dunque preservando gli ambiti previsti dal P.A.I. della Regione Marche in considerazione principalmente del suo valore vincolistico con associata relativa normativa.

In particolare sottolineo che nell'area di studio sono state rilevate e cartografate n.7 nuove frane non ricomprese in ambito PAI, mentre le frane che hanno subito una ripermimetrazione con allargamento dei poligoni sono in totale 16.

Comune	numero ZA per instabilità di versante già "presenti" nel PAI	numero ZA per instabilità di versante "non presenti" nel PAI	numero ZA per instabilità di versante relative a "riperimetrazione" di poligoni PAI
MONTE VIDON CORRADO	14	7	16

Tabella 8 – Anagrafica instabilità del versante

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 47 di 101

FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE

Sulla Carta geologico-tecnica in ottemperanza con quanto previsto dagli ICMS e dagli Standard di rappresentazione sono stati individuati e cartografati gli elementi lineari presenti nelle aree oggetto di studio, sulla base del rilevamento geologico-geomorfologico effettuato, nonché degli studi a grande scala di carattere geologico reperiti (CARG, PRG, IFFI, SCAI, PAI).

I sopralluoghi hanno evidenziato la presenza di scarpate morfologiche strutturali sub-verticali che bordano il centro storico cittadino, la cui altezze sono comprese tra 10 e 20 a sud e superano i 20 m a nord-ovest. Le scarpate s'impostano sui sedimenti alluvionali antichi e possono essere classificabili come forme poligeniche con influenza strutturale.

La carta geologico-tecnica è stata corredata da n° 6 sezioni geologiche in scala 1:5000 che evidenziano i rapporti geologico-stratigrafici e l'assetto strutturale. Le tracce delle sezioni sono state evidenziate in carta con le sigle 1-2, 3-4, 5-6, 7-8, 9-10 e 11-12. Le sezioni geologiche sono state utili per ricostruire e definire il modello del sottosuolo.

8.3 CARTA DELLE FREQUENZE NATURALI DEL TERRENO

Si tratta di una carta derivata dalle indagini sveditive di sismica passiva (HVSr sulle vibrazioni ambientali) ove sono stati riportati tutti i punti di misura, con associato il risultato della prova (valore di F_0 del picco significativo a più bassa frequenza corrispondente alla frequenza di risonanza fondamentale e di eventuali altri picchi significativi a più alta frequenza). Le misure sono state suddivise in classi sulla base delle frequenze e dell'ampiezza del picco).

LEGENDA DELLE FREQUENZE DI RISONANZA

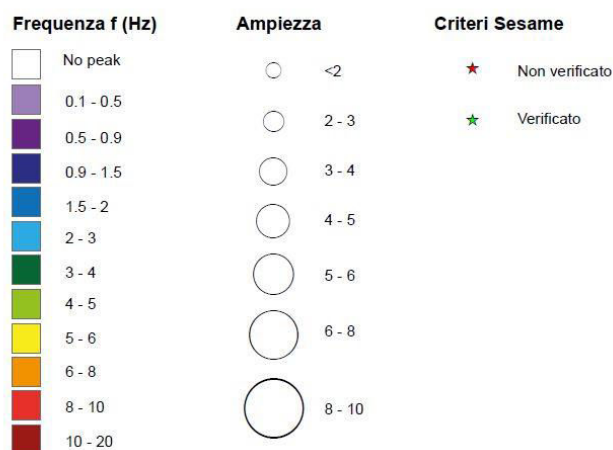


Figura 15 – Legenda Carta delle Frequenze naturali dei Terreni

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 48 di 101

Sulla base delle misure HVSR a stazione singola è stata ricavata la Carta delle frequenze naturali dei terreni. L'esame dei valori di frequenza del picco principale evidenzia una buona correlazione con le caratteristiche stratigrafiche delle zone in cui è stato suddiviso l'areale oggetto di studio. In generale valgono le seguenti considerazioni:

- I diagrammi spettrali interpretati mostrano maggiori ampiezze dei picchi in zona Larciano (comprese tra 4,0 e 7,0) e sono legati a contrasti di impedenza generati dal contatto litologico tra la litofacies arenaceo-pelitica (FAA4d-ALS) e la formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS) a circa 15 m di profondità e tra la litofacies pelitico-arenacea (FAA4-ALS) e la litofacies arenaceo-pelitica (FAA4d-ALS) rinvenuto a circa 40 m di profondità.
- Picchi di risonanza di ampiezza compresa tra 3,0 e 4,0 sono stati registrati, soprattutto, lungo la cresta di Madonna del Carmine e, più in generale, nella zona del centro urbano del capoluogo e sono legati ad un contrasto di impedenza generato dal contatto litologico tra la litofacies pelitico-arenacea (FAA4-ALS) e la formazione delle argille grigio-azzurre sottostante (FAA-COS) ad una profondità variabile tra i 15 ed i 25 m.
- Per il resto si notano picchi di risonanza di modesta ampiezza ($\cong 2,0$) associabili a deboli contrasti di impedenza il più delle volte a notevole profondità.
- nella zona del centro storico cittadino non si rilevano amplificazioni degne di nota;
- nelle aree P.I.P. e P.E.E.P. si riscontrano picchi di risonanza compresi tra 2,30 e 2,60 Hz da mettere in relazione, molto probabilmente, con l'aumentare del contenuto marnoso della formazione pelitica basale con la profondità, registrato anche nel sondaggio down-hole a circa 30 m di profondità;
- nella scuola elementare sita a Largo Oberdan, ove è stata eseguita la prova sismica down-hole, si nota un contrasto di impedenza a circa 9,00 Hz associabile al passaggio litologico tra i depositi alluvionali antichi (ML-tf) e la sottostante litofacies pelitico-arenacea (FAA4-ALS), registrato a circa 10 m di profondità.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 49 di 101

8.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA

La carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) costituisce il risultato finale delle indagini di Microzonazione Sismica di 1° Livello, derivante dalla sintesi di tutti i dati raccolti ed esplicitati negli elaborati precedentemente descritti. La carta si prefigge la finalità di suddividere il territorio comunale studiato in unità omogenee dal punto di vista delle caratteristiche geologiche, stratigrafiche, geomorfologiche e geomeccaniche per le quali è possibile ipotizzare un'analogia suscettibilità a fenomeni di amplificazione locale indotta dal sisma (amplificazione del moto, induzione e riattivazione di frane e altri dissesti, liquefazione dei terreni, cedimenti differenziali, ecc.).

In funzione delle informazioni di base acquisite, nella carta delle MOPS, sono state distinte le seguenti tipologie di zone:

1. Zone stabili, nelle quali non s'ipotizzano effetti locali di alcuna natura (substrato geologico rigido in affioramento con morfologia pianeggiante) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
2. Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
3. Zone di attenzione per instabilità, per riattivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, ecc.).

Con dei simboli sono state, invece, evidenziate forme di superficie predisponenti amplificazioni e instabilità sismiche, quali:

- orlo di scarpata morfologica $h = 10 \div 20$ m e $h > 20$ m
- cresta

Nello specifico per la valutazione degli effetti locali è stata posta particolare attenzione alla ricostruzione del modello geologico-tecnico del territorio, all'individuazione dei litotipi che costituiscono il substrato e le coperture, alle loro caratteristiche fisico-meccaniche, alle forme di instabilità dei pendii e ai terreni suscettibili a liquefazione, riportando le proiezioni delle indagini HVSR e il rispettivo valore della frequenza f_0 .

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 50 di 101

Il territorio comunale esaminato è stato suddiviso in n° 11 zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e n° 8 zone di attenzione per le instabilità (secondo gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica vers. 4.0b).









Non sono state individuate aree sismicamente stabili in quanto le registrazioni delle prove acquisite e reperite non evidenziano velocità delle onde sismiche di taglio $V_s \geq 800$ m/s, caratterizzanti il substrato rigido.

Legenda




Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

2001	ZONA 1
2002	ZONA 2
2003	ZONA 3
2004	ZONA 4
2005	ZONA 5
2006	ZONA 6
2007	ZONA 7
2008	ZONA 8
2009	ZONA 9
2010	ZONA 10
2011	ZONA 11



Zone di attenzione per instabilità

	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 1
	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 2
	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 3
	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 5
	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 6
	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 7
	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 8
	ZAFR – Zona di attenzione per instabilità di versante – Zona 9

Forme di superficie e sepolte

	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10 – 20 m)
	Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (> 20 m)
	Cresta

Limiti

	Limiti Amministrativi
	Limiti area di studio

Punti di misura di rumore ambientale


	3,50 Stazione microtremore a stazione singola con indicazione del valore f0
-------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Figura 16 – Legenda della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MOPS

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 51 di 101

Di seguito si riporta la descrizione dettagliata per ciascuna microzona omogenea individuata

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

ZONA 2001 = coltre eluvio-colluviale su substrato pelitico-arenaceo e arenaceo-pelitico su substrato pelitico.

Depositi eluvio-colluviali di natura prevalentemente limoso-argillosa (ML - limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità) dello spessore variabile tra 3 e 8 m con $V_s = 150 - 300$ m/s, su substrato geologico rappresentato in sequenza dai depositi pelitico-arenacei di circa 30 m di spessore (FAA4-ALS), soprastanti i depositi arenaceo-pelitici di circa 15 m di spessore (FAA4d-ALS), adagiati a loro volta sulla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile unicamente in zona Larciano.

ZONA 2002 = coltre eluvio-colluviale su substrato pelitico.

Depositi eluvio-colluviali di natura prevalentemente limoso-argillosa (ML - limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità) dello spessore variabile tra 3 e 15 m con $V_s = 150 - 300$ m/s, su substrato geologico rappresentato dalla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato non rigido in quanto caratterizzato da $V_s < 800$ m/s.

Tale situazione è identificabile diffusamente lungo i versanti collinari.

ZONA 2003 = substrato pelitico-arenaceo e arenaceo-pelitico su substrato pelitico.

Substrato geologico affiorante rappresentato in sequenza dai depositi pelitico-arenacei di circa 30 m di spessore (FAA4-ALS), soprastanti i depositi arenaceo-pelitici di circa 15 m di spessore (FAA4d-ALS), adagiati a loro volta sulla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile lungo le creste morfologiche situate in zona Larciano, Case Marinaro e Case Corradini.

ZONA 2004 = copertura antropica su substrato arenaceo-pelitico su substrato pelitico.

Depositi antropici antichi con spessori compresi tra 3 e 5 metri e $V_s = 150 - 200$ m/s (RI), soprastanti il substrato geologico rappresentato in sequenza dai depositi arenaceo-pelitici di circa

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 52 di 101

15 m di spessore (FAA4d-ALS) adagiati a loro volta sulla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio Vs compresa tra 500 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile unicamente in un ristretto fazzoletto di terra situato in zona Larciano.

ZONA 2005 = substrato pelitico.

Substrato geologico affiorante rappresentato dalla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio Vs compresa tra 450 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile diffusamente a quote basse lungo i versanti collinari su tutto il territorio comunale.

ZONA 2006 = substrato pelitico su substrato pelitico-arenaceo e arenaceo-pelitico su substrato pelitico.

Substrato geologico affiorante rappresentato in sequenza dalla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS) di circa 30 m di spessore sui depositi pelitico-arenacei di circa 10 m di spessore (FAA4-ALS), soprastanti i depositi arenaceo-pelitici di circa 20 m di spessore (FAA4d-ALS), adagiati a loro volta sulla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio Vs compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile solamente su una ristretta porzione del territorio comunale, identificabile in zona Larciano e C. Costanzi.

ZONA 2007 = coltre alluvionale su substrato pelitico-arenaceo su substrato pelitico su substrato pelitico-arenaceo e arenaceo-pelitico su substrato pelitico.

Depositi alluvionali terrazzati antichi di natura eterogenea, prevalentemente coesiva e in minima parte incoerente, (ML - limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità) dello spessore variabile tra 3 e 25 m con $V_s = 300 - 400$ m/s, su substrato geologico rappresentato in sequenza dai depositi pelitico-arenacei di circa 10 m di spessore, sovrastante i depositi pelitici (FAA-COS) di circa 30 m di spessore, adagiati sui depositi pelitico-arenacei di circa 10 m di spessore (FAA4-ALS) sopra ai depositi arenaceo-pelitici di circa 20 m di spessore (FAA4d-ALS), adagiati a loro volta sulla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDP n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 53 di 101

substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile unicamente nella zona del centro storico del capoluogo e nei dintorni.

ZONA 2008 = substrato pelitico-arenaceo su substrato pelitico.

Substrato geologico affiorante rappresentato dai depositi pelitico-arenacei di spessore variabile tra 3 e 25 m (FAA4-ALS), soprastanti la formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile negli alti strutturali rappresentati dalla dorsale di Madonna del Carmine e San Pietro e dal colle San Liberato, oltre che nei dintorni del capoluogo.

ZONA 2009 = coltre eluvio-colluviale su substrato pelitico-arenaceo su substrato pelitico.

Depositi eluvio-colluviali di natura prevalentemente limoso-argillosa (ML - limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità) dello spessore variabile tra 3 e 12 m con $V_s = 150 - 300$ m/s, soprastanti il substrato geologico rappresentato dai depositi pelitico-arenacei di circa 10 m di spessore, sovrastante i depositi pelitici (FAA-COS) di circa 30 m di spessore.

Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile unicamente nell'alto strutturale rappresentato dalla dorsale di Madonna del Carmine e nei dintorni del capoluogo.

ZONA 2010 = copertura antropica su coltre alluvionale su substrato pelitico-arenaceo su substrato pelitico.

Depositi antropici antichi con spessore compreso tra 3 e 10 metri e $V_s = 150 - 200$ m/s (RI), deposti sopra i depositi alluvionali terrazzati antichi di natura eterogenea, prevalentemente coesiva e in minima parte incoerente, (ML - limi inorganici, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità) dello spessore variabile tra 3 e 25 m con $V_s = 300 - 400$ m/s, su substrato geologico rappresentato in sequenza dai depositi pelitico-arenacei di circa 10 m di spessore e dai depositi pelitici (FAA-COS) di circa 30 m di spessore.

Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 54 di 101

Tale situazione è identificabile unicamente nel settore occidentale del centro storico cittadino.

ZONA 2011 = copertura antropica su substrato pelitico-arenaceo su substrato pelitico su substrato pelitico-arenaceo e arenaceo-pelitico su substrato pelitico.

Depositi antropici antichi con spessore compreso tra 4 e 7 metri e $V_s = 150 - 200$ m/s (RI) su substrato geologico rappresentato in sequenza dai depositi pelitico-arenacei di circa 10 m di spessore, sovrastanti i depositi pelitici (FAA-COS) di circa 30 m di spessore, adagiati sui depositi pelitico-arenacei di circa 10 m di spessore (FAA4-ALS) sopra ai depositi arenaceo-pelitici di circa 20 m di spessore (FAA4d-ALS), adagiati a loro volta sulla formazione delle argille grigio-azzurre (FAA-COS). Trattasi di substrato caratterizzato da una velocità delle onde di taglio V_s compresa tra 400 e 650 m/s, dunque non rigido ($V_s < 800$ m/s).

Tale situazione è identificabile unicamente in un fazzoletto di terreno sito nei pressi della zona cimiteriale.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 55 di 101

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

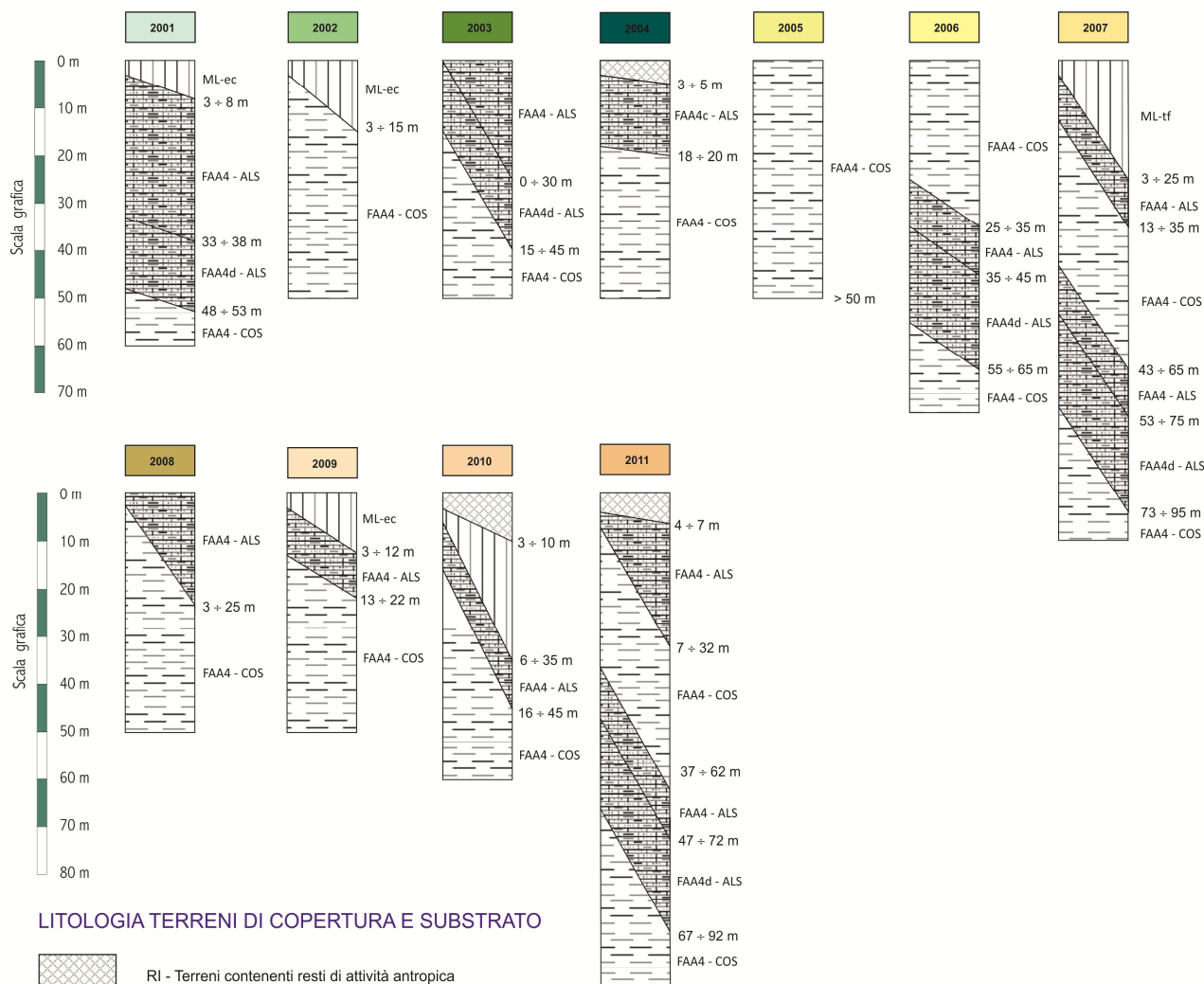


Figura 17 - Colonne stratigrafiche delle Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e litologia dei terreni

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 56 di 101

ZONE DI ATTENZIONE PER INSTABILITÀ

Rappresentano le aree nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Tali zone sono legate unicamente all'instabilità di versante dovuta alla presenza di fenomeni gravitativi attivi e quiescenti.

Nella Carta delle MOPS allegata è stato attribuito un simbolo alle zone di attenzione per instabilità individuate sulla base della figura 1.1.3-3a degli Standard di informatizzazione e rappresentazione informatica versione 4.0b (cfr. Figura 16).

E' bene specificare che nella carta delle MOPS tali zone hanno un livello di approfondimento comparabile con le altre zone di questo livello e pertanto non possono essere ancora classificate come zone effettivamente instabili fintanto che non vengano esperiti i necessari approfondimenti propri della carta di MS.

Il territorio comunale di Monte Vidon Corrado è intensamente interessato da fenomeni gravitativi sparsi un po' ovunque nel territorio comunale. Predominano i fenomeni gravitativi a cinematica lenta, tipici delle litologie limose e argillose che ricoprono i versanti collinari. La tipologia di movimento più frequente riscontrata nel territorio è associabile prevalentemente a frane per colamento attive e quiescenti che interessano le coperture eluvio-colluviali; tuttavia, sono state riconosciute e cartografate anche frane di scorrimento, perlopiù attive, che interessano soprattutto i versanti situati a nord-ovest del territorio comunale e le creste delle dorsali con orientamento anti-appenninico.

Segnalo la presenza di una frana di scorrimento che inficia la stabilità del versante sud del capoluogo e che interessa, oltre che alcune abitazioni private, anche edifici e infrastrutture pubbliche.

Le zone di attenzione per instabilità individuate e cartografate sono in totale otto e ricalcano le zone individuate come aree in frana nella carta geologico-tecnica, specificando che lo stato di attività del fenomeno è possibile desumerlo consultando la carta geologico-tecnica allegata (CGT_MS).

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 57 di 101

FORME DI SUPERFICIE SEPOLTE

Sulla Carta delle MOPS sono state riportate le forme di superficie e sepolte individuate e cartografate già sulla Carta Geologico-Tecnica, per la descrizione delle quali si rimanda al capitolo riguardante la carta medesima.

FAGLIE ATTIVE E CAPACI

Il rilevamento geologico e geomorfologico esteso a tutto il territorio comunale, di concerto con i dati bibliografici reperiti (tra i quali cito anche il catalogo delle Faglie Capaci del progetto ITHACA dell'ISPRA), hanno evidenziato l'assenza di Faglie attive e Capaci, ovvero, faglie attive ritenute in grado di produrre fagliazione in superficie (dislocazione istantanea – cosismica – verticale e/o orizzontale dei terreni lungo uno o più piani di taglio).

8.5 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO 3

La realizzazione di uno studio di microzonazione sismica di terzo livello prevede l'esecuzione di specifiche analisi per la quantificazione degli effetti collegati all'accadimento di un determinato evento sismico, che, per quanto riguarda la stima dell'amplificazione locale, prevede l'esecuzione di analisi di risposta sismica locale.

Obiettivo delle analisi numeriche previste dall'Ordinanza n.24 del 12 Maggio 2017 è la determinazione di alcuni parametri rappresentativi della Risposta Sismica Locale (RSL) in tutte le microzone omogenee in prospettiva sismica individuate (MOPS - definite come stabili e soggette a fenomeni di amplificazione). In deroga a quanto previsto dagli Standard 4.0b, su indicazione del Centro di Microzonazione Sismica, non sono stati calcolati i fattori di amplificazione per le aree definite come Zone di attenzione per instabilità di versante (ZAFR).

La carta finale di 3 Livello è stata eseguita interpolando le modellazioni delle analisi 1D, eseguite dal sottoscritto, e quelle 2D redatte dell'Università degli studi di Catania.

8.5.1 RISPOSTA SISMICA LOCALE MONODIMENSIONALE 1D

I parametri di interesse determinati sulla base delle analisi 1D di RSL sono:

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009- OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 58 di 101

- accelerogrammi (in numero di 7) rappresentativi della pericolosità sismica locale (scenari di scuotimento) associata ad eventi con tempo di ritorno di 475 anni e relativi spettri di risposta elastici in pseudo-accelerazione con Damping pari al 5% dello Damping critico (S_a);
- fattori di Amplificazione (FA) relativi a tre intervalli di periodi (0.1-0.5s, 0.4-0.8s e 0.7-1.1s).

Per la realizzazione delle modellazioni sono stati messi a disposizione dall'INGV e dal Centro MS un set composto da:

- N. 7 accelerogrammi in formato ASCII (64 righe di intestazione e valori di accelerazione, in cm/s^2);
- Un file denominato Spettro_input.txt, in formato ASCII (periodo, accelerazione spettrale in cm/s^2), che rappresenta lo spettro di riferimento NTC08 per il sito in esame;
- Un report che sintetizza i risultati dell'analisi, in cui vengono riportati gli spettri di risposta in accelerazione e le forme d'onda selezionate.

Si riportano di seguito gli spettri di input utilizzati per il comune di Monte Vidon Corrado

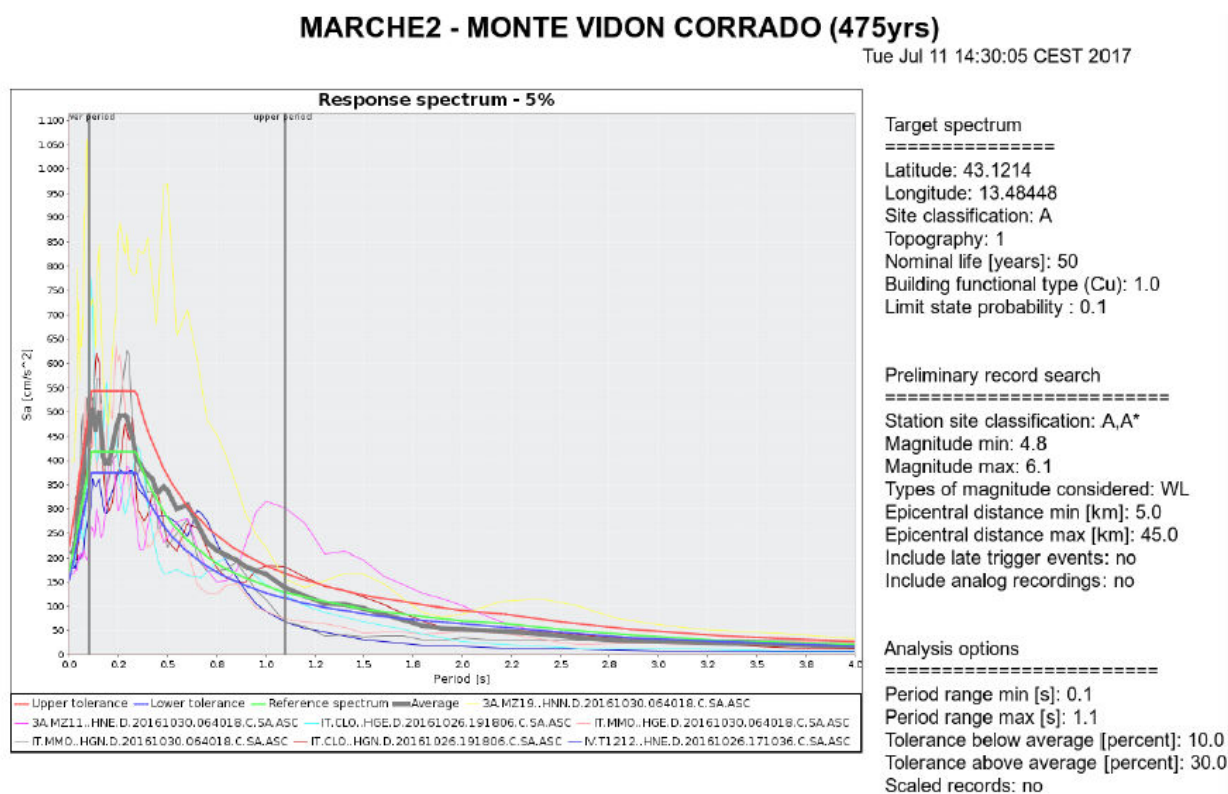


Fig. 18 – Spettri di risposta elastici degli accelerogrammi naturali utilizzati come input sismico per $T_r = 475$ anni

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 59 di 101

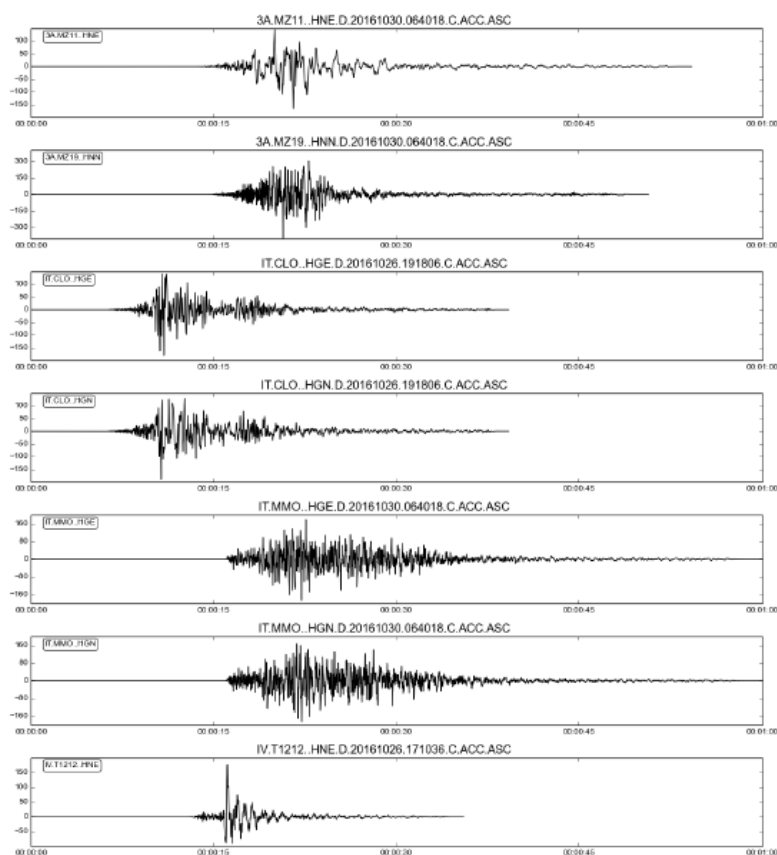


Fig. 19 – Singoli accelerogrammi utilizzati come input sismico per la modellazione

Per l'analisi 1D della Risposta sismica locale eseguita su ogni singola MOPS è stato utilizzato il software STRATA, il cui funzionamento può essere sintetizzato come segue:

1. legge il sismogramma al bedrock costituito da ognuno dei 7 accelerogrammi;
2. con una Trasformata di Fourier(FFT) calcola lo Spettro di Fourier (FASbedrock) sempre al bedrock;
3. calcola la Funzione di Trasferimento (TF) nel sito (quest'ultima è semplicemente pari al rapporto tra l'ampiezza dell'onda incidente sullo strato in direzione verticale verso l'alto "upward" e la sua riflessa in direzione verticale verso il basso "downward"). La Funzione di trasferimento dà immediatamente, grazie alla sua forma, informazioni importanti sui modi di vibrazione del suolo;

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 60 di 101

4. calcola lo Spettro di Fourier (FAS_{suolo}) stavolta in superficie, moltiplicando lo Spettro di Fourier al bedrock per la Funzione di Trasferimento con la formula:

$$FAS_{suolo} = FAS_{bedrock} \times TF$$

5. tramite una Trasformata inversa di Fourier (IFFT), calcola l'accelerazione al suolo; questo è il risultato la cui utilità è l'immediata applicazione nelle soluzioni progettuali ingegneristiche nonché necessario al fine del calcolo del fattore di amplificazione locale FA.

Tale calcolo computazionale è un processo iterativo, infatti, dato che il comportamento dei suoli alle sollecitazioni dinamiche è di tipo “non – lineare”, il che vuol dire che le proprietà dinamiche dei suoli quale il Modulo di Taglio G e il Dumping D variano con il variare delle deformazioni applicate allo stesso, STRATA riesegue lo stesso calcolo decine di volte, variando di volta in volta progressivamente solo le proprietà dinamiche, fino a una convergenza di progetto, raggiunta la quale il calcolo si interrompe: è una soluzione “equivalente” ad un calcolo “non lineare”, e per questo motivo viene chiamata “Analisi Equivalente Lineare”.

Particolare importanza hanno le proprietà non lineari dei materiali, in particolare il rapporto G/G_{max} e D, rispettivamente modulo di taglio “normalizzato” e dumping.

Al fine della definizione dei parametri di input relativi in particolare ai pesi di volume ed alle curve di decadimento da utilizzare per le singole litologie si è fatto riferimento in primis ai risultati delle prove geotecniche di laboratorio condotte Dall'Università Federico II di Napoli – Dipartimento di ingegneria civile edile ed ambientale (in particolare per il Comune di Monte Vidon Corrado su un campione di ML-tf prelevato all'interno del sondaggio per la prova down-hole ad una profondità compresa fra 6,00 e 6,45 m), nonché alle indagini reperite sul territorio comunale e comparate con una tabella riassuntiva riportante tutte le prove di laboratorio condotte sulle varie litologie prelevate nel corso dei sondaggi per esecuzione dei down-hole nei comuni dell'intera Macroarea Marche 2 (il materiale in questione è stato messo a disposizione dal Centro MS).

Per quello che riguarda la scelta dei parametri relativi alle velocità sismiche delle onde di taglio per la modellazione si è fatto riferimento in particolare ai risultati dell'indagine geofisica down-

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 61 di 101

hole eseguita dall' Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR) di Napoli, nonché alle indagini di nuova acquisizione eseguite sulle aree di studio.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri di input utilizzati per la modellazione.

Litologia	intervallo Vs (m/s)	Peso di volume (kN/mc)	curve dinamiche (G/G0 e D)
RI (terreni contenenti resti di attività antropica)	220 - 352	19.4 - 20.0	ROLLINS ET AL. (1998)
ML/ec - Limo argilloso e argille limose	200 - 210	18.7 - 19.2	MLec - Marche 2
ML/tf - Limo con argillosa debolmente sabbioso	177 - 200	20.5	ML tf - Monte Vidon Corrado
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea	264 - 500	20.46 -21.0	ALS-COS Marche 2
FAA4d/ALS - Arenaceo-Pelitica	475 - 550	21.5	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose	410 - 650	20.5 - 22.0	FAA COS - Servigliano
BEDROCK	800	23.0	Damping 1%

Tabella 9 – Parametri di input per la modellazione delle litologie presenti nelle singole MOPS

Prima dell'effettuazione delle modellazioni previste con il software STRATA, secondo un modello Equivalente lineare (EQL), è stata effettuata una fase di calibrazione del modello utilizzando un analisi semplificata lineare (visco-elastica), la quale non necessita di una caratterizzazione dinamica completa (variazione della rigidità normalizzata e del Damping con la deformazione di taglio) ma solo della definizione delle condizioni stratigrafiche del sottosuolo (tipo di terreno e geometria ovvero spessori degli strati) e della rispettiva caratterizzazione geotecnica (peso di volume e VS), oltre all'attribuzione ai singoli strati del Damping D0 a piccole deformazioni.

Tale analisi è stata effettuata al fine di tarare il modello di input dei dati in funzione dell'ottenimento di una funzione di trasferimento in uscita, le cui frequenze massime di amplificazione coincidessero il più possibile con le frequenze dei terreni ottenute dalle indagini di rumore sismico (HVSR). Questa operazione di taratura risulta fondamentale al fine

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 62 di 101

dell'ottenimento di un modello che risulta il più aderente possibile al modello geologico ricostruito.

Per la modellazione semplificata lineare (visco-elastica) sono stati utilizzati Damping pari al 2% per i terreni di copertura e 1% per i terreni attribuiti al substrato geologico ed al bedrock sismico.

Ritengo opportuno sottolineare che per la fase di modellazione gli accelerogrammi di input forniti dall'INGV e dal Centro MS si riferiscono a registrazioni reali ottenute su suolo rigido di categoria A, quindi con $V_s > 800$ m/sec. Nel caso in oggetto per il Comune di Monte Vidon Corrado non è stato possibile, attraverso le indagini geofisiche di superficie ed in foro eseguite, individuare il substrato sismico di riferimento (bedrock con $V_s > 800$ m/sec). A tal proposito la modellazione semplificata lineare (visco-elastica) è servita per stimare la profondità alla quale il substrato geologico plausibilmente raggiunga valori tali per essere considerato bedrock sismico ($V_s > 800$ m/sec); tale profondità, stimata per l'area di studio fra i 60 ed i 106 m, è risultata essere anche la profondità di input degli accelerogrammi per la modellazione.

Una volta tarato il modello per ogni singola MOPS utilizzando l'analisi semplificata lineare (visco-elastica) si è proceduto dunque alla modellazione con l'utilizzo del modello Equivalente lineare (EQL) con le varie curve di decadimento sopra riportate. Le modellazioni sono state effettuate selezionando in prima battuta tutti e 7 gli accelerogrammi disponibili ricavando come parametri di output gli spettri medi degli accelerogrammi di input (al bedrock) e di output (in superficie), questi ultimi salvati singolarmente per ogni MOPS in formato .txt per la consegna prevista secondo gli Standard Versione 4.0b.

Successivamente si è proceduto all'effettuazione della modellazione per ogni singola MOPS con l'utilizzo di un accelerogramma per volta al fine dell'ottenimento di n.7 accelerogrammi di output separati per il calcolo finale del fattore di amplificazione FA. Si precisa che la modellazione è stata effettuata per superfici delle MOPS ricadenti nei perimetri delimitati per le aree di terzo livello, queste ultime vedono una variabilità in termini di spessori molto più limitata rispetto all'areale delle MOPS cartografato per il livello 1; in queste aree per la modellazione si è fatto riferimento

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 63 di 101

ad alcuni sondaggi ritenuti maggiormente rappresentativi, nonché alle sezioni geolitologiche passanti per i suddetti areali.

Per il calcolo del fattore di amplificazione è stato utilizzato un file Excel predisposto dal Centro MS calcola la media logaritmica dei 7 valori di FA relativi a ciascuno dei tre prefissati intervalli di periodi (0.1-0.5s, 0.4-0.8s e 0.7-1.1s), utilizzando le seguenti equazioni:

$$m_{ln} = \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \ln(FA_i)$$

$$FA_{rif} = e^{m_{ln}}$$

Di seguito si riportano i parametri di input inseriti per la modellazione delle singole MOPS ed i risultati in termini di spettri di accelerazione medi in input ed in output e di fattori di amplificazione FA calcolati per i tre prefissati intervalli di periodi (0.1-0.5s, 0.4-0.8s e 0.7-1.1s). Viene specificata per ogni MOPS anche il Vs30 e la Categoria di sottosuolo come da DM 14/01/08.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 64 di 101

MOPS 2001

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
ML/ec - Limo argilloso e argille limose	20.45	ML ec - Monte Vidon Corrado	ML ec - Monte Vidon Corrado
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea	20.5	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA4c/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	21.5	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

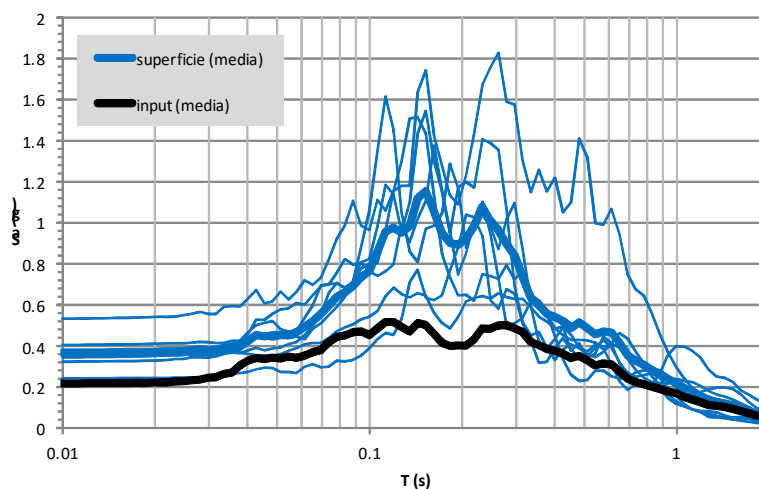
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	5	ML/ec - Limo argilloso e argille limose	180
5	6	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea	350
11	15	FAA4d/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	500
26	64	FAA/COS - Argille marnose	600
90	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
5	5	ML/ec	180	430	B
11	6	FAA4/ALS	350		
26	15	FAA4d/ALS	500		
30	4	FAA/COS	600		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.81	1.47	1.38



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009- OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 65 di 101

MOPS 2002

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
ML/ec - Limo argilloso e argille limose	18.7	MLec - Marche 2	MLec - Marche 2
FAA/COS - Argille marnose - 1	21	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille marnose - 2	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

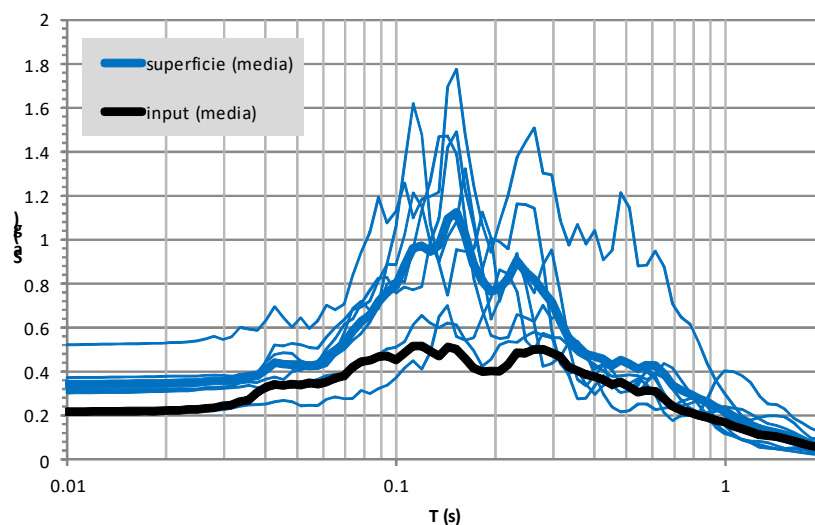
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	6	ML/ec - Limo argilloso e argille limose	210
6	10	FAA/COS - Argille marnose - 1	450
16	84	FAA/COS - Argille marnose - 2	600
100	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
6	6	ML/ec	210	472	B
16	10	FAA/COS 1	450		
30	14	FAA/COS 2	600		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.61	1.36	1.36



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009- OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 66 di 101

MOPS 2003

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea	20.5	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA4c/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	21.5	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

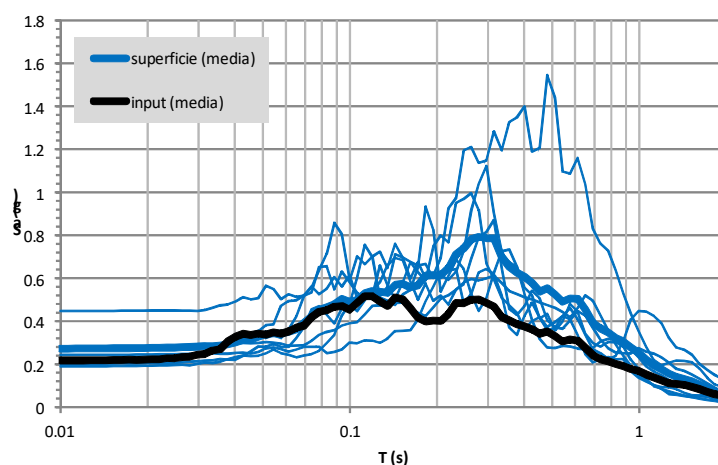
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	18	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea	320
18	30	FAA4d/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	475
48	57	FAA/COS - Argille marnose	600
105	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
18	18	FAA4/ALS	320	382	B
30	12	FAA4d/ALS	475		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.50	1.61	1.57



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDP n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 67 di 101

MOPS 2004

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
RI	19.4	ROLLINS ET AL. (1998)	ROLLINS ET AL. (1998)
FAA4c/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	21.5	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

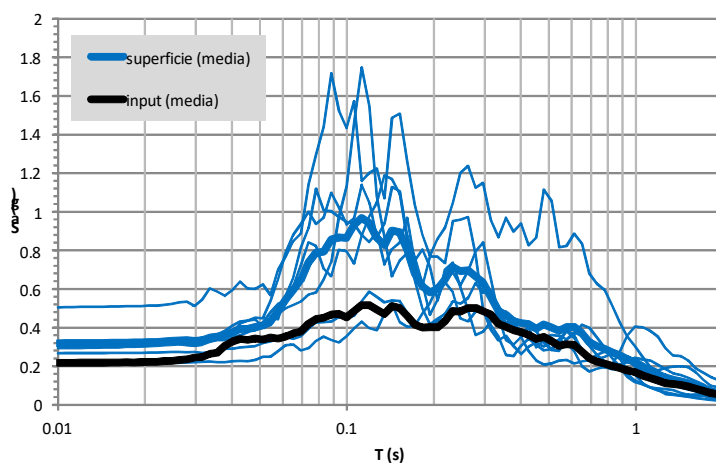
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	4	RI	220
4	12	FAA4d/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	475
16	89	FAA/COS - Argille marnose	600
105	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
4	4	RI	220	499	B
16	12	FAA4d/ALS	475		
30	14	FAA/COS	600		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.38	1.28	1.34



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 68 di 101

MOPS 2005

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
FAA/COS - Argille marnose - 1	20.5	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille marnose - 2	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

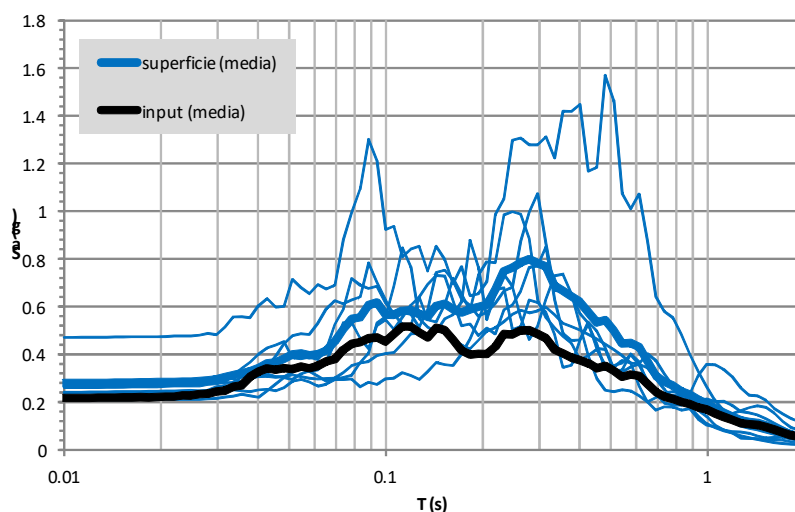
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	25	FAA/COS - Argille marnose - 1	410
25	35	FAA/COS - Argille marnose - 2	650
60	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
25	25	FAA/COS 1	410	450	B
30	5	FAA/COS 2	650		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.51	1.41	1.21



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 69 di 101

MOPS 2006

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
FAA/COS - Argille limoso-marnose- 1	20	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille limoso-marnose - 2	20.7	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea	21	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA4c/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	21.5	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

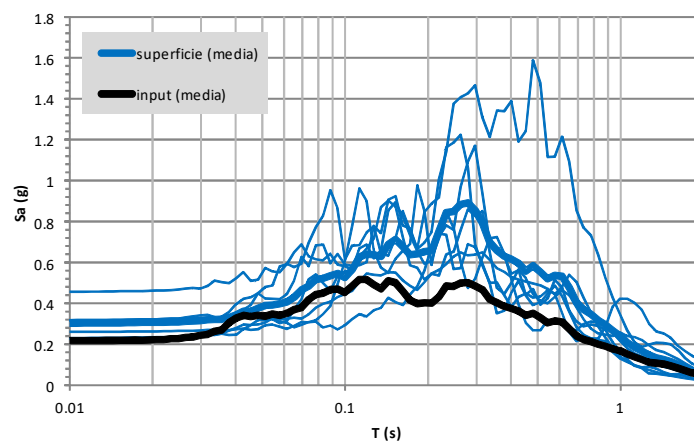
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	15	FAA/COS - Argille limoso-marnose- 1	300
15	15	FAA/COS - Argille limoso-marnose - 2	450
30	10	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea	500
40	25	FAA4c/ALS - Arenaceo-Pelitica (sabbie alternate ad argille)	550
65	30	FAA/COS - Argille marnose	650
95	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
15	15	FAA/COS 1	300	375	C
30	15	FAA/COS 2	450		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.63	1.68	1.53



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 70 di 101

MOPS 2007

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
RI	20	ROLLINS ET AL. (1998)	ROLLINS ET AL. (1998)
ML/tf - Limo con argillosa debolmente sabbioso	20.46	ML tf - Monte Vidon Corrado	ML tf - Monte Vidon Corrado
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	21	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose 1	21.5	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille marnose 2	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

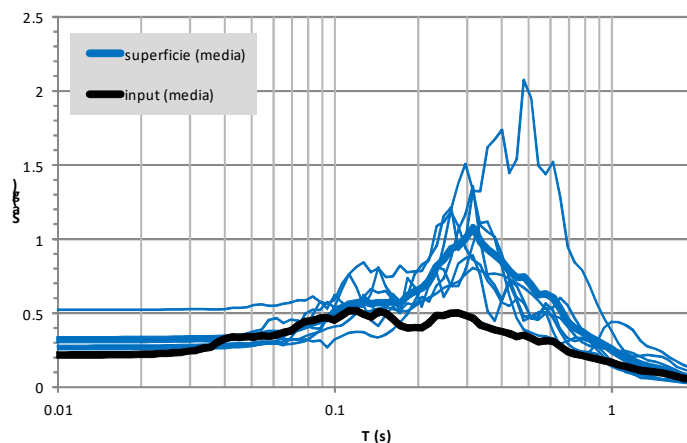
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	3	RI	352
3	6	ML/tf - Limo con argillosa debolmente sabbioso	177
9	4	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	264
13	17	FAA/COS - Argille marnose 1	475
30	70	FAA/COS - Argille marnose 2	609
100	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
3	3	RI	352	375	C
9	6	ML/tf	177		
13	4	FAA4/ALS	264		
30	17	FAA/COS	475		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.89	1.97	1.64



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 71 di 101

MOPS 2008

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/G max model	Damping Model
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	20.46	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose 1	21.5	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille marnose 2	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

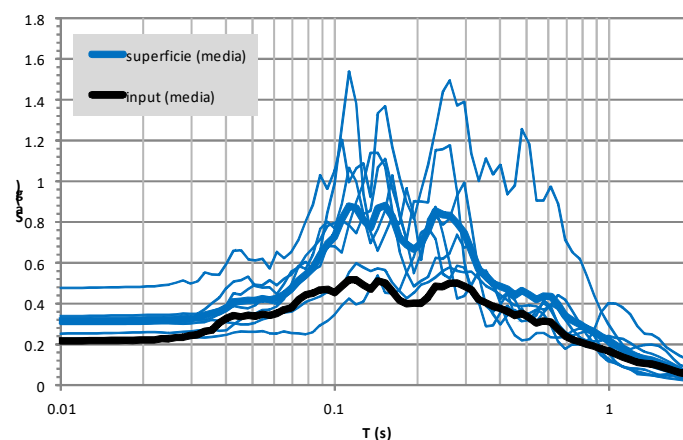
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	8	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	264
8	17	FAA/COS - Argille marnose 1	475
25	75	FAA/COS - Argille marnose 2	609
100	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
8	8	FAA4/ALS	264	441	B
25	17	FAA/COS 1	475		
30	5	FAA/COS 2	606		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.53	1.38	1.36



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 72 di 101

MOPS 2009

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
ML/ec - Limo argilloso-sabbioso	19.2	MLec - Marche 2	MLec - Marche 2
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	21	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose 1	21.5	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille marnose 2	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

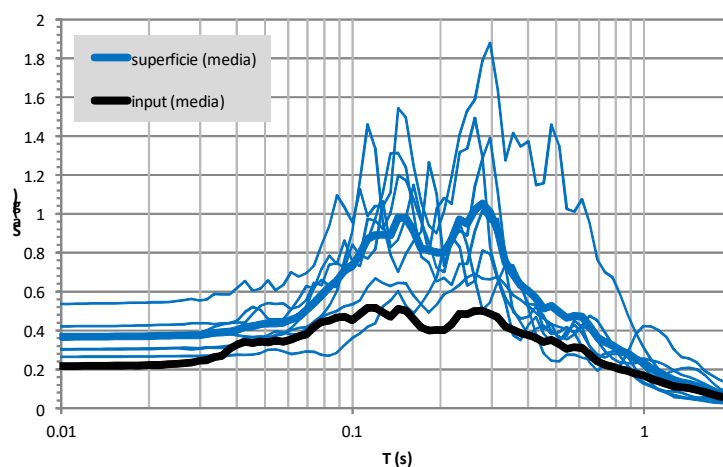
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	6	ML/ec - Limo argilloso-sabbioso	200
6	10	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	350
16	15	FAA/COS - Argille marnose 1	475
31	75	FAA/COS - Argille marnose 2	609
106	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
6	6	ML/ec	200	378	C
16	10	FAA4/ALS	350		
30	14	FAA/COS	475		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.83	1.52	1.46



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 73 di 101

MOPS 2010

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
RI	20	ROLLINS ET AL. (1998)	ROLLINS ET AL. (1998)
ML/tf - Limo con argillosa debolmente sabbioso	20.46	ML tf - Monte Vidon Corrado	ML tf - Monte Vidon Corrado
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	21	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose 1	21.5	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille marnose 2	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

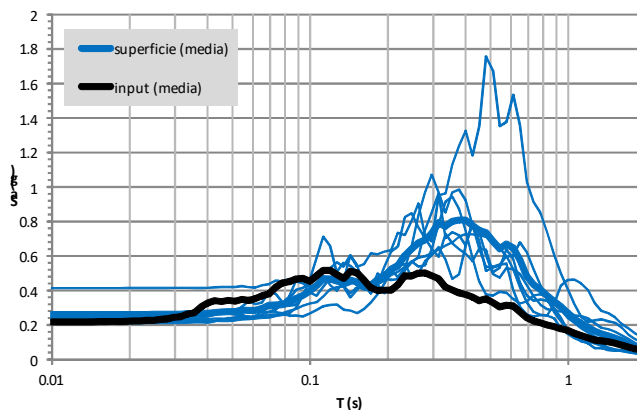
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	5	RI	350
5	6	ML/tf - Limo con argillosa debolmente sabbioso	177
11	4	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	264
15	17	FAA/COS - Argille marnose 1	475
32	70	FAA/COS - Argille marnose 2	609
102	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
5	5	RI	350	366	C
11	6	ML/tf	177		
15	4	FAA4/ALS	264		
30	15	FAA/COS	475		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.60	2.10	1.76



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 74 di 101

MOPS 2011

SOIL TYPE

Nome	Peso di Volume	G/Gmax model	Damping Model
RI	20	ROLLINS ET AL. (1998)	ROLLINS ET AL. (1998)
FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	20.46	ALS-COS Marche 2	ALS-COS Marche 2
FAA/COS - Argille marnose 1	21.5	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano
FAA/COS - Argille marnose 2	22	FAA COS - Servigliano	FAA COS - Servigliano

SOIL PROFILE

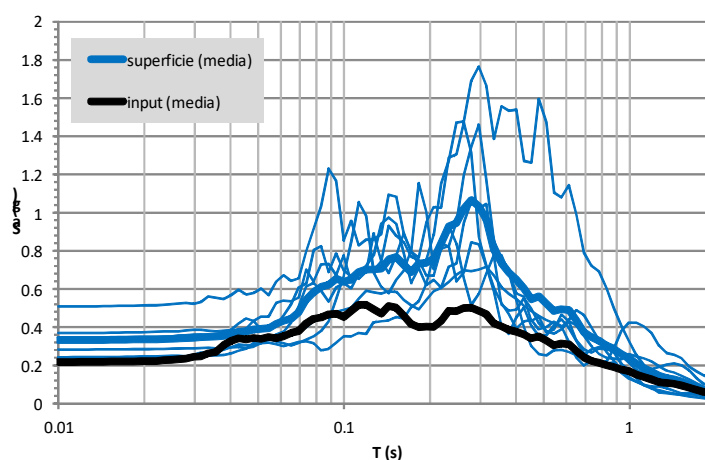
Profondità - m	Spessore - m	Soil type	Vs - m/sec
0	5	RI	250
5	8	FAA4 /ALS - Pelitico-Arenacea (argille alternate a sabbie)	264
13	17	FAA/COS - Argille marnose 1	475
30	75	FAA/COS - Argille marnose 2	609
105	Half-Space	Bedrock	800

Calcolo Valore Vs30 e della Categoria di Sottosuolo da NTC 2008

Profondità (m)	Spessore (m)	Soil type	Vs (m/s)	Vs30 (m/s)	Categoria sottosuolo NTC 2008
5	5	RI	250	381	B
13	8	FAA4/ALS	264		
30	17	FAA/COS	475		

FATTORE DI AMPLIFICAZIONE PER DIVERSI INTERVALLI TEMPORALI

FA 0.1-0.5	FA 0.4-0.8	FA 0.7-1.1
1.78	1.58	1.48



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 75 di 101

8.5.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE MONODIMENSIONALE 1D

8.5.2.a Modello Geotecnico

Il modello geometrico del sottosuolo per le analisi di risposta sismica locale relative al comune di Monte Vidon Corrado è stato definito sulla base dei risultati delle indagini geofisiche (H/V, MASW e DH) e dei rilievi di campagna, specificamente effettuati per lo studio di microzonazione sismica dell'area. Questi sono stati integrati con i dati stratigrafici già disponibili, derivanti da indagini pregresse.

La profondità e l'andamento del substrato corrispondente alla formazione delle argille marnose grigio-azzurre (COS) sono stati definiti sulla base degli studi geologici e calibrati verificando la corrispondenza tra le funzioni di amplificazioni numeriche e quelle ricavate sperimentalmente sotto forma di rapporti HVSR misurati su *noise*. Nella Figura 20 è riportato uno stralcio della carta geologico-tecnica dell'area, dove è riportata la traccia della sezione NW-SE sottoposta ad analisi bidimensionale. Il profilo è invece riportato nella Figura 21.



Fig. 20 – Carta geologico-tecnica di Monte Vidon Corrado

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 76 di 101

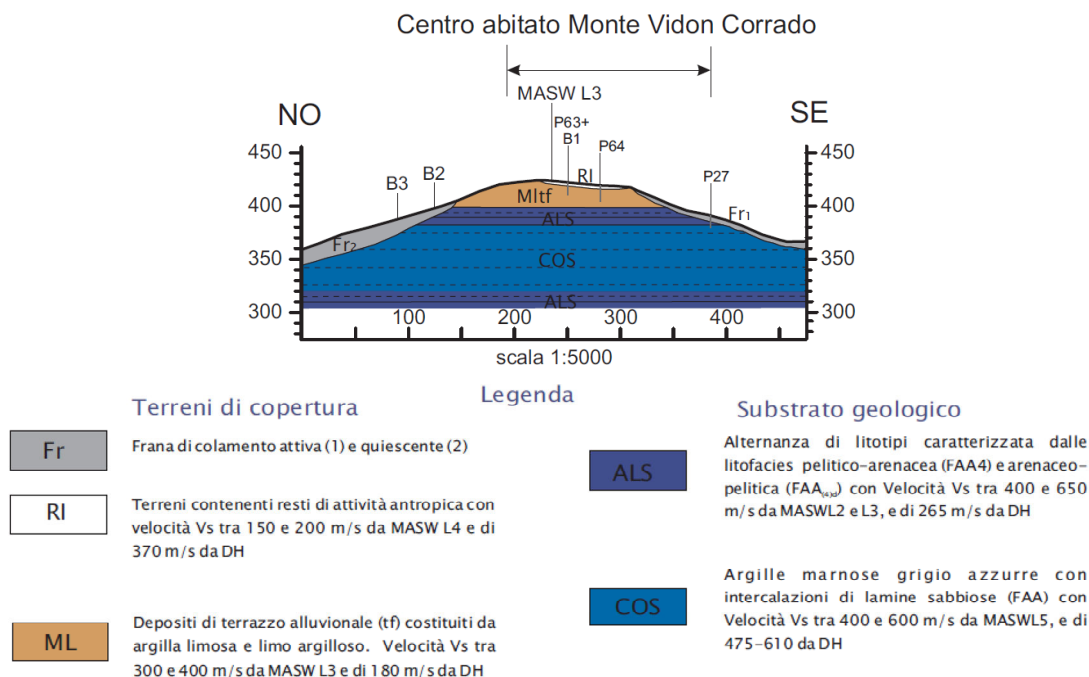


Fig. 21 – Profilo sottoposto alle analisi numeriche

Le proprietà fisico-meccaniche dei terreni adottate nelle analisi sono sinteticamente riportate in Tabella 10.

Denominazione	Litologia	interpretazione	spessori	γ (kN/m ³)	V_s (m/s)	ν	α	V_P (m/s)	G/Go(γ) D(γ)
RI	Terreno contenenti resti di attività antropica	DH	0-3	17	352	0.44	3.13	1101	Santucci et al. 2014
MLtf	Depositi di terrazzo fluviale costituiti da argilla limosa e limo argilloso	MASW	0-25	21	337	0.48	5.38	1814	campione Monte Vidon Corrado
ALS	Alternanze di litotipi caratterizzata dalle litofacies pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica	DH	25-42	22.5	264	0.48	5.05	1333	ALS
COS	Argille marnose grigio azzurre con intercalazioni di lamine sabbiose	DH	42-59	22.5	475	0.47	4.15	1973	ALS
			59-114		609	0.46	3.56	2166	
Fr1	Depositi di terrazzo fluviale costituiti da argilla limosa e limo argilloso	DH	0-5	21	177	0.48	5.38	953	campione Monte Vidon Corrado
Fr2	Argille marnose grigio azzurre con intercalazioni di lamine sabbiose	MASW	0-20	22.5	260	0.47	4.15	1080	ALS
Bedrock (ALS)	Alternanze di litotipi caratterizzata dalle litofacies pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica	-	-	22.5	800	0.48	5.05	4039	-

Tabella 10 – Proprietà fisiche e meccaniche dei terreni

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 77 di 101

Poiché i metodi numerici di analisi utilizzati nel presente studio fanno riferimento al tradizionale approccio di legame costitutivo visco-elastico lineare equivalente, il comportamento di ciascun materiale è stato espresso attraverso il peso dell'unità di volume (γ), le velocità delle onde di taglio e di compressione (V_s , V_p), e le curve di variazione di rigidezza e Damping con la deformazione al taglio, $G(\gamma)/G_0$ e $D(\gamma)$.

Le velocità delle onde S sono state determinate a partire dai risultati delle prove MASW e dall'unica prova DH disponibile. Questa è stata interpretata in termini di dromocrone associate alla colonna stratigrafica del sondaggio (Figura 22), fornendo i valori medi di V_p e V_s da attribuire alle singole formazioni ai diversi campi di profondità.

<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 78 di 101</p>

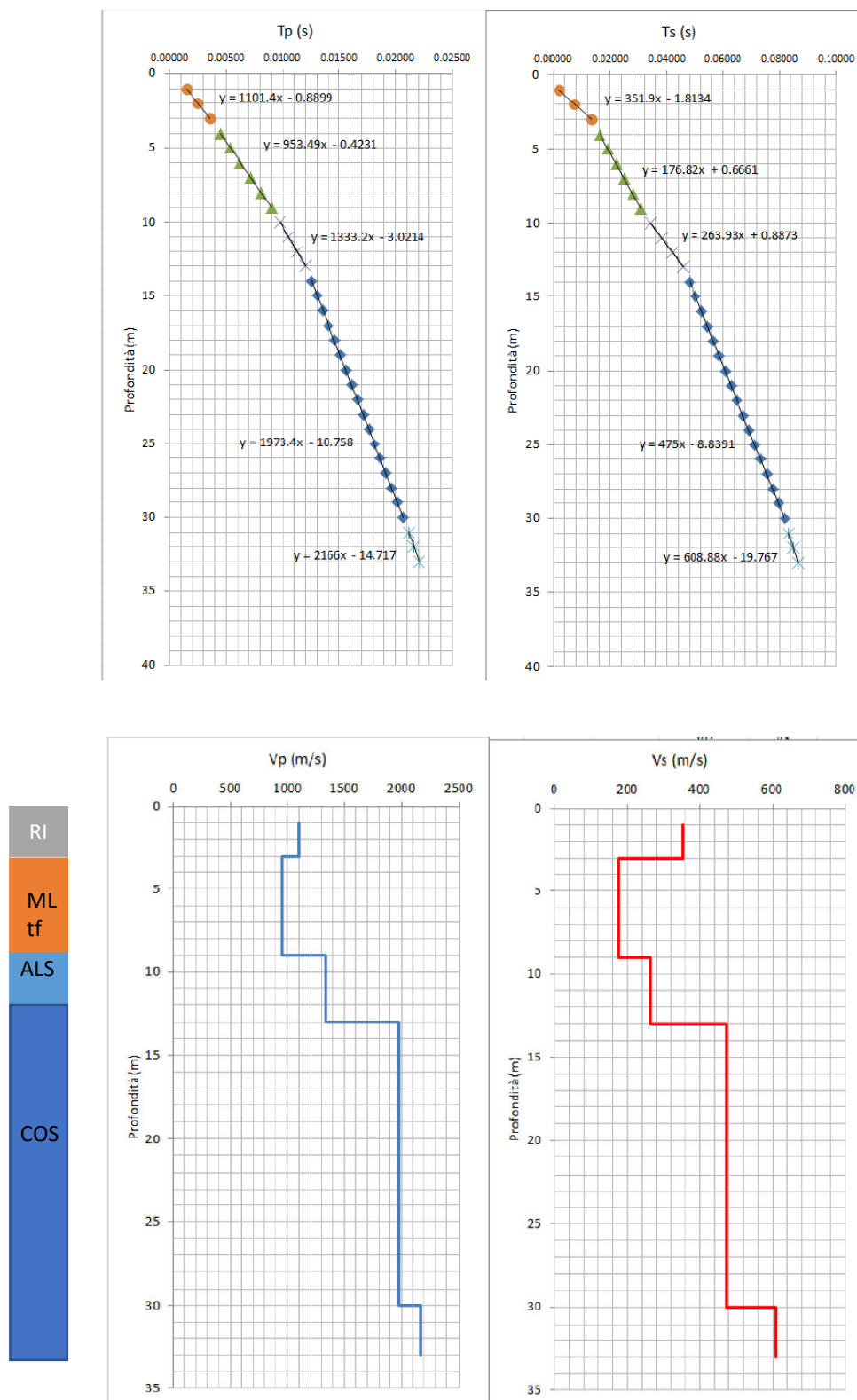


Figura 22 – Risultati prova DH: a) dromocrone; b) profilo Vp e Vs.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 79 di 101

Ad ogni unità litologica, sono stati anche attribuiti valori dei coefficienti α (VP/VS) e di Poisson ν^1 relativi ai diversi campi di profondità esplorati con la prova DH. Questi parametri sono stati poi utilizzati per le analisi di risposta sismica eseguite con modelli bidimensionali.

I profili di VS delle diverse formazioni adottate nei modelli di calcolo sono riassunti e confrontati in figura 23. In figura 24 sono invece presentate le curve di variazione di rigidezza al taglio normalizzata e Damping con la deformazione tangenziale, adottate per le analisi. Entrambe le figure evidenziano la notevole variabilità sia della rigidezza sia del comportamento non-lineare e dissipativo dei diversi materiali.

¹ Dalla teoria dell'elasticità $\nu = (0.5\alpha^2 - 1) / (\alpha^2 - 1)$

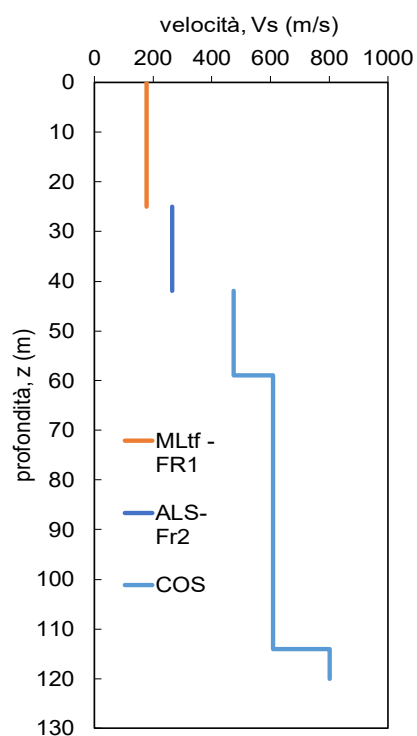


Figura 23 – Modello di velocità.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 80 di 101

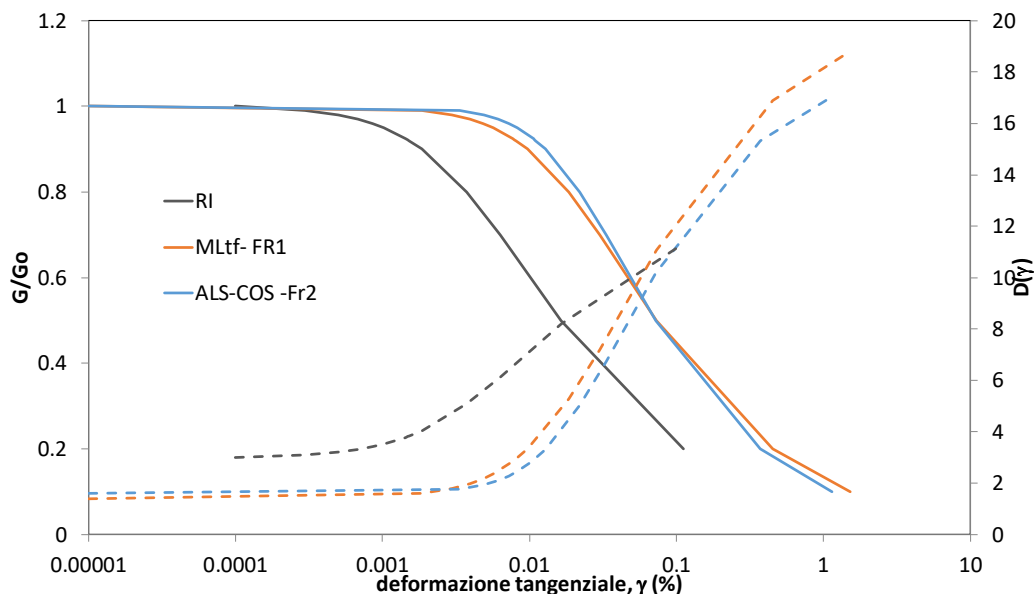


Figura 24 – Curve del decadimento del modulo di taglio e dell'andamento del Damping con il livello di deformazione

La prova DH ha consentito di caratterizzare la velocità dei terreni di riporto (RI) ai quali è stata attribuita una velocità di 352 m/s. Le caratteristiche di non linearità sono state desunte da dati di letteratura. In particolare si è fatto riferimento ai riporti antropici caratterizzati nell'ambito del progetto Traiano per la città di Benevento (Santucci et al. 2014).

Il valore medio di velocità delle onde S dei depositi alluvionali limo argillosi (ML-tf), desunto dai risultati della prova MASW3, è pari a circa 337 m/s. Agli stessi depositi in frana (Fr1) è stato invece attribuito un valore di velocità delle onde di taglio di circa 180 m/s, come da prova DH. A tali depositi, sono state attribuite curve di non-linearità di rigidità e Damping ottenute da una prova di torsione ciclica eseguita sul campione prelevato a Monte Vidon Corrado nel sondaggio condizionato per la prova DH. Lo stesso DH ha consentito di caratterizzare la velocità della formazione delle argille azzurre sia nella facies di alternanza pelitico-arenacea e arenaceo-pelitica (ALS), sia nelle sottostanti argille azzurre marnose (COS). Le prime sono caratterizzate da una velocità di 264 m/s. La stessa velocità è stata attribuita anche ai depositi di frana Fr2. Le argille marnose grigio-azzurre sono invece caratterizzate da un primo strato spesso circa 20 m con velocità di 475 m/s seguito da uno più rigido con velocità di 609 m/s. Le proprietà di non linearità

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 81 di 101

dei depositi del substrato sono state caratterizzate adottando la curva di non linearità sperimentale ottenuta dai risultati di una prova di torsione ciclica su un campione prelevato nelle stesse formazioni nel comune di Massa Fermana.

Infine il bedrock, corrispondente in quest'area alla formazione della delle argille azzurre è stato modellato come materiale a comportamento lineare con Vs pari a 800 m/s e valore molto limitato del Damping ($D_0 = 0.5\%$).

8.5.2.b Analisi Numeriche

Di seguito si riportano i risultati delle analisi numeriche bidimensionali condotte utilizzando il codice QUAD4M (Hudson et al., 2003). Gli input adottati nelle analisi sono stati forniti dal Centro di Microzonazione Sismica. L'analisi numerica bidimensionale per il centro abitato di Monte Vidon Corrado ha riguardato la sezione orientata in direzione NW-SE che attraversa le MOPS ZAFR_6, 2007, 2010, ZAFR_7 e ZAFR_9 (Figura 25).

L'edificato di Monte Vidon Corrado interessa buona parte della sezione considerata, con il centro storico che sorge sui terreni di riporto e i depositi di terrazzo alluvionale.

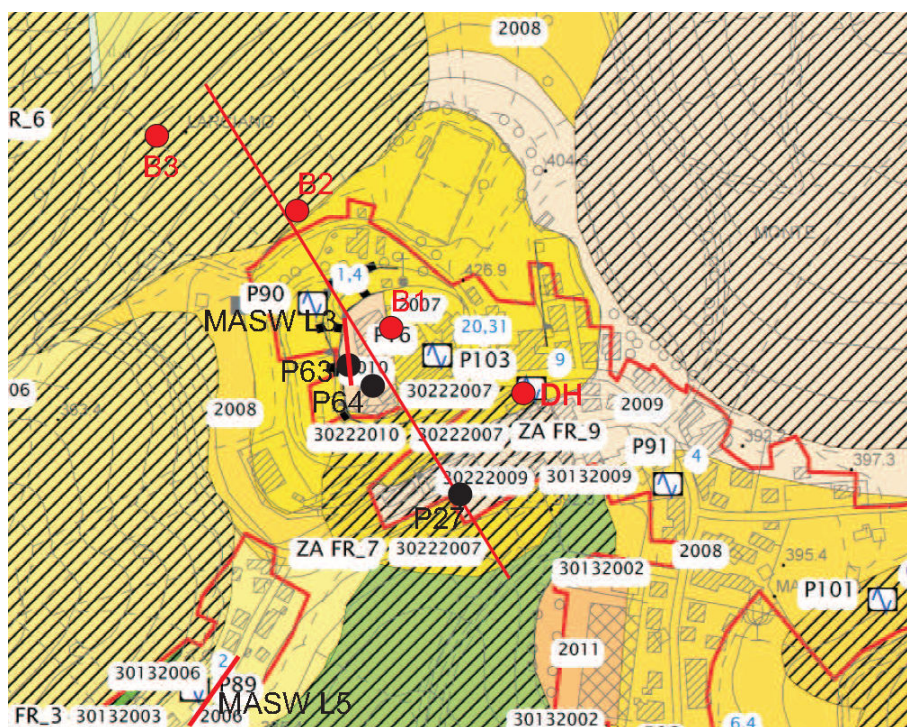


Figura 25 – Traccia della sezione considerata nelle analisi bidimensionali sovrapposta alla carta delle MOPS

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 82 di 101

Le Figure 26, 27 e 28 riportano con linea nera i fattori di amplificazione medi ottenuti dall'analisi, rispettivamente nei campi di periodo 0.1-0.5s (FA0.1-0.5s), 0.4-0.8s (FA0.4-0.8s) e 0.7-1.1s (FA0.7-1.1s) con l'involuppo dei loro valori massimi e minimi (linea nera tratteggiata). La linea rossa indica il valore del fattore di amplificazione medio calcolato per ciascuna delle MOPS attraversate dalla sezione, i cui valori numerici sono riportati in Tabella 11.

L'elaborazione dei risultati delle analisi ha evidenziato un diverso andamento del fattore di amplificazione, FA, in funzione del campo di periodi considerato. Nell'intervallo di periodi compreso tra 0.1 ÷ 0.5 s si osservano i valori più alti del fattore di amplificazione medio variabili tra 1.1 e 2.4, mentre una maggiore amplificazione è associata ai medi ed agli alti periodi lungo il versante sud-est della sezione.

Nel dettaglio, in corrispondenza del versante nord-ovest, laddove è presente la frana quiescente (Fr2), si osserva un andamento lievemente decrescente del fattore di amplificazione medio FA0.1-0.5s, in media pari a 1.25 tra la progressiva 175 e 305 m. In prossimità della cresta del rilievo, laddove è presente la coltre alluvionale (ML-tf) e i terreni di riporto (RI), il fattore di amplificazione medio attinge il massimo con una variabilità compresa tra 1.4 e 2.4 tra la progressiva 305 e 470 m. Una riduzione significativa del fattore di amplificazione si osserva in corrispondenza del sottile deposito di frana attiva (Fr1) che ricopre il substrato (ALS e COS) tra la progressiva 470 e 520 m. Un piccolo locale del fattore di amplificazione, pari a circa 1.6, si evince alla progressiva 540 m in concomitanza con una lieve variazione di pendenza del profilo topografico. In corrispondenza di una ulteriore variazione di pendenza al piede del versante, il fattore FA0.1-0.5s assume un andamento mediamente decrescente e poi crescente dalla progressiva 560 a 600 m, con una variabilità compresa tra 1.1 e 1.6.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 83 di 101

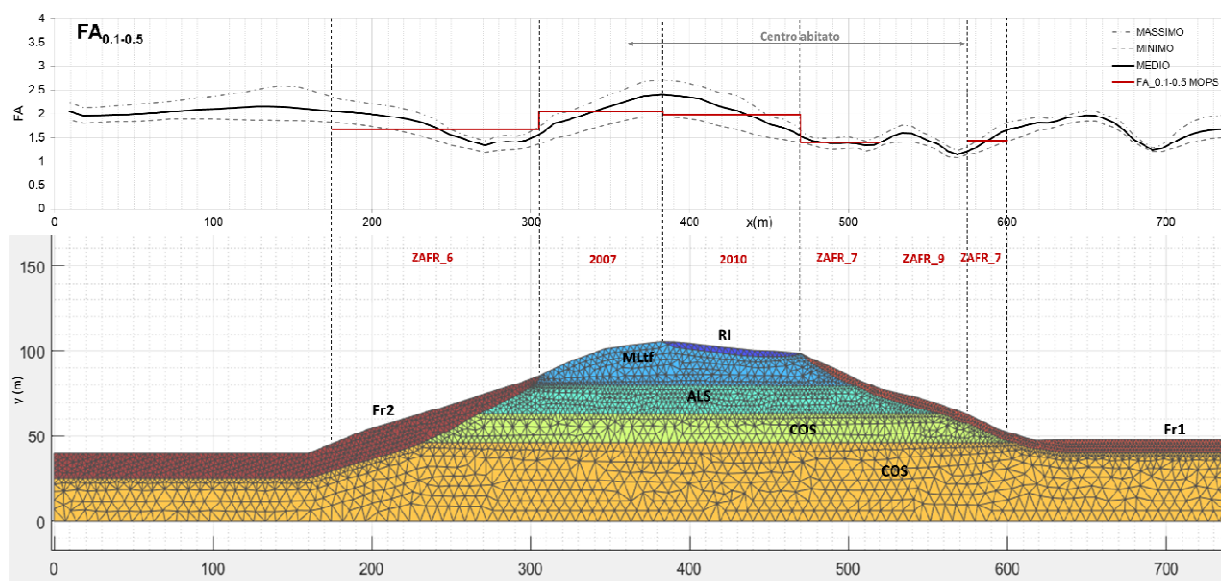


Figura 26 – Profilo del fattore di amplificazione nell'intervallo di periodi $0.1 \div 0.5$ s

Nell'intervallo di periodi compreso tra 0.4 e 0.8 s, il fattore di amplificazione $FA_{0.4-0.8s}$ manifesta un andamento profondamente diverso rispetto al campo di periodi precedente. Il fattore di amplificazione si mantiene pressoché costante sia risalendo il versante di nord-ovest del rilievo e sia lungo la cresta del rilievo tra la progressiva 175 e 420 m, con valori variabili mediamente tra 1.1 e 1.4. Il fattore di amplificazione medio cresce significativamente lungo il versante sud-est del rilievo e attinge un picco di 2.63 alla progressiva 535 m. Un andamento marcatamente decrescente si evince tra la progressiva 535 e 600 m, con il fattore di amplificazione medio che si riduce fino al valore di 1.45.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 84 di 101

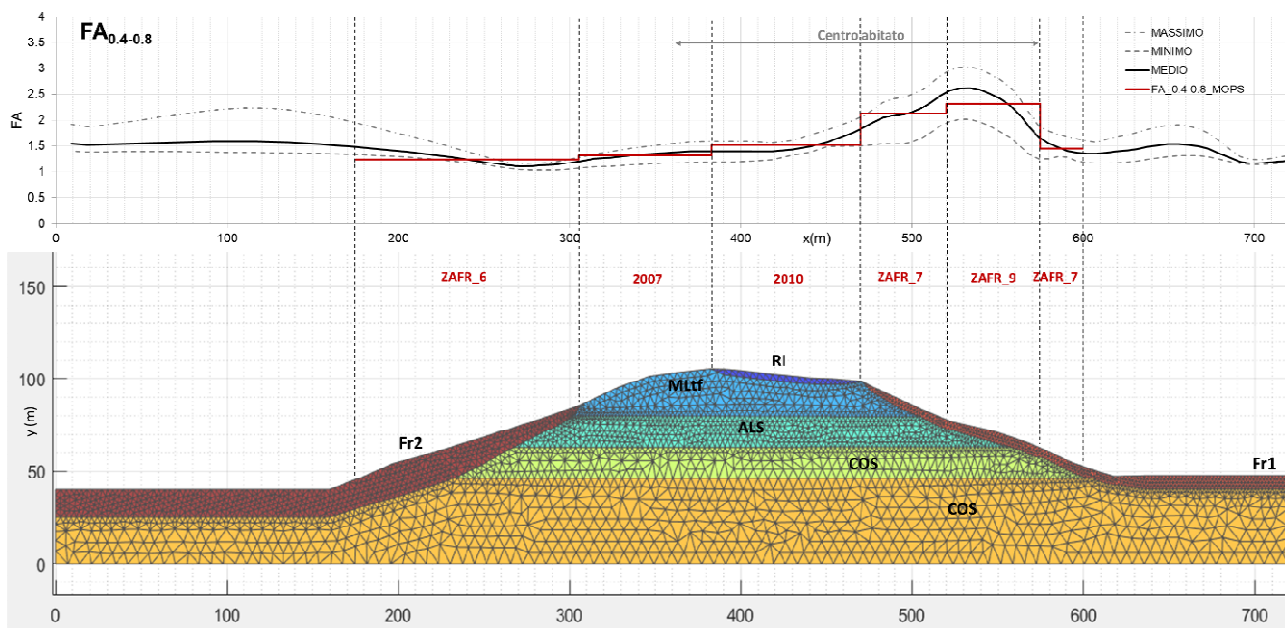


Figura 27 – Profilo del fattore di amplificazione nell'intervallo di periodi $0.4 \div 0.8$ s

Nell'intervallo di periodi compreso tra 0.7 e 1.1 s, il fattore di amplificazione $FA_{0.7-1.1s}$ segue lo stesso andamento del fattore calcolato sul campo dei medi periodi $FA_{0.4-0.8s}$, sebbene si osserva una maggiore amplificazione del moto alla base. Infatti il fattore di amplificazione attinge un valore massimo circa pari a 3 tra la progressiva 520 e 560 m in concomitanza del sovrapporsi di effetti di amplificazione stratigrafica e topografica.

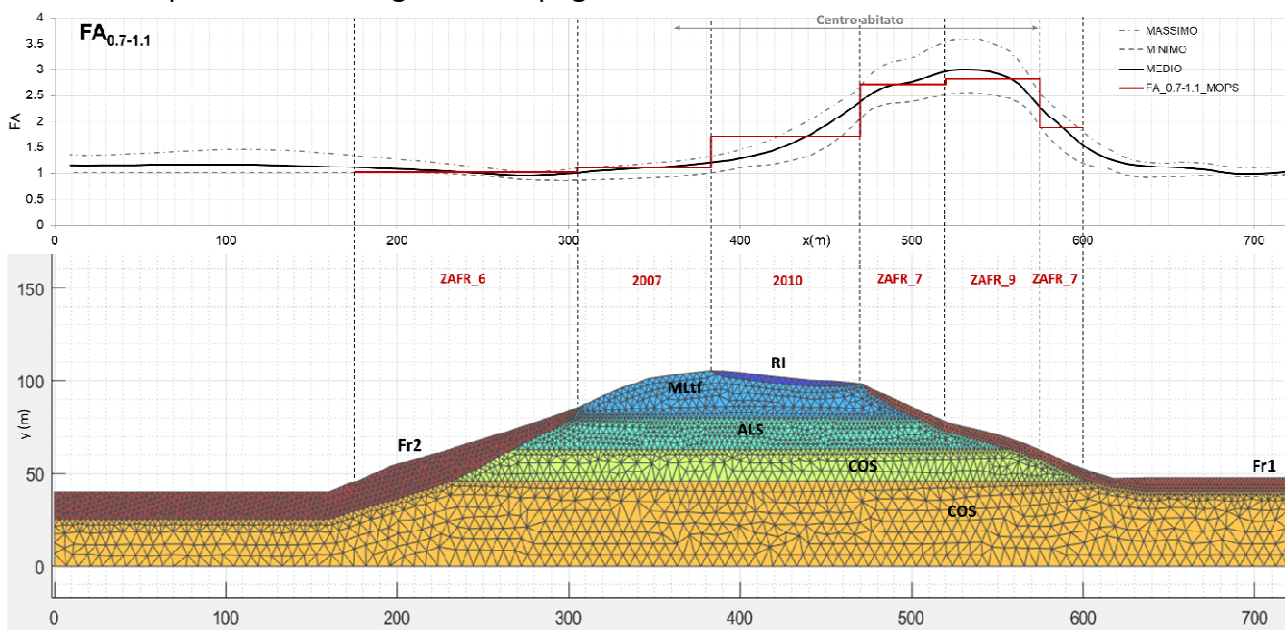


Figura 28 – Profilo del fattore di amplificazione nell'intervallo di periodi $0.7 \div 1.1$ s

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 85 di 101

8.5.2.c Sintesi dei fattori di amplificazione e spettri calcolati per ciascuna MOPS

In Tabella 11 sono riportati i fattori di amplificazione calcolati per ciascuna MOPS per i tre campi di periodo considerati. I valori corrispondono alla media degli FA per ogni MOPS ottenuti dalle analisi bidimensionali per le MOPS ZAFR_6, 2007, 2010, ZAFR_7 e ZAFR_9. Laddove la sezione attraversa più volte la stessa MOPS, si è fatto riferimento al valore massimo attinto dal fattore di amplificazione agli alti periodi.

MOPS	FA _{0.1-0.5s}	FA _{0.4-0.8s}	FA _{0.7-1.1s}
ZAFR_6	1.67	1.25	1.02
2007	2.05	1.33	1.11
2010	1.99	1.52	1.71
ZAFR_7	1.39	2.14	2.72
ZAFR_9	1.39	2.33	2.82

Tabella 11 – Fattori di amplificazione attribuiti a ciascuna MOPS

In relazione alle analisi bidimensionali, i 7 accelerogrammi in superficie e i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione da assegnare a ciascuna MOPS sono stati ottenuti individuando la verticale, all'interno della porzione di sezione competente alla medesima MOPS, caratterizzata dal fattore di amplificazione FA_{0.1-0.5s} più prossimo al valore medio (Figura 26).

I 7 accelerogrammi e relativi spettri di risposta in accelerazione assegnati a ciascuna MOPS sono allegati alla presente relazione in un apposito file excel "MOPS_ACC_SPETTRI_MonteVidonCorrado".

Di seguito sono riportati gli spettri medi in superficie per ciascuna MOPS, ottenuti mediando i 7 spettri di risposta in accelerazione, introdotti dalla descrizione delle verticali di calcolo per le analisi 2D.

MOPS ZAFR_6

I massimi valori del fattore medio di amplificazione ottenuti dalle analisi bidimensionali sono:

MOPS	FA _{0.1-0.5s}	FA _{0.4-0.8s}	FA _{0.7-1.1s}
ZAFR_6	1.67	1.25	1.02

La Figura 29 riporta lo spettro medio di accelerazione che parte dal valore iniziale di 0.319g.

Si evidenzia un picco Sa = 1.031g in corrispondenza di T = 0.23s.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 86 di 101

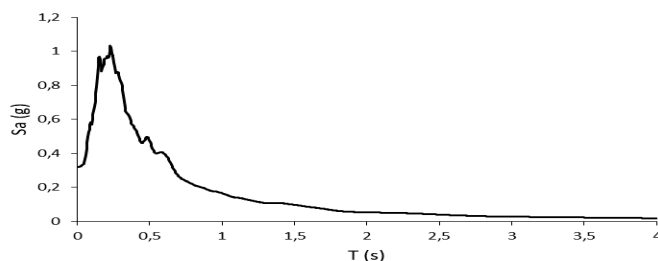


Figura 29 – Spettro medio MOPS ZAFR_6

MOPS 2007

I massimi valori del fattore medio di amplificazione ottenuti dalle analisi bidimensionali sono:

MOPS	FA _{0.1-0.5s}	FA _{0.4-0.8s}	FA _{0.7-1.1s}
2007	2.05	1.33	1.11

La Figura 30 riporta lo spettro medio di accelerazione che parte dal valore iniziale di 0.385g.

Si evidenzia un picco $S_a = 1.303g$ in corrispondenza di $T = 0.15s$.

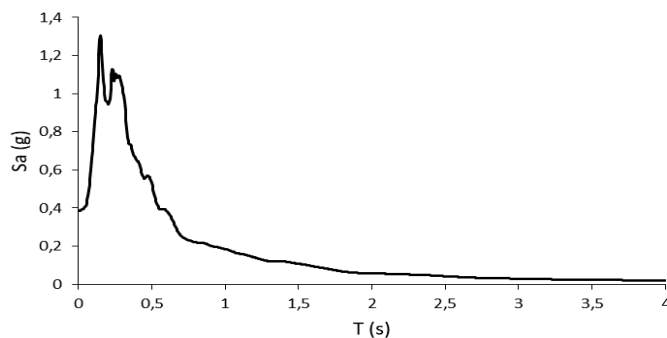


Figura 30 – Spettro medio MOPS 2007

MOPS 2010

I massimi valori del fattore medio di amplificazione ottenuti dalle analisi bidimensionali sono:

MOPS	FA _{0.1-0.5s}	FA _{0.4-0.8s}	FA _{0.7-1.1s}
2010	1.99	1.52	1.71

La Figura 31 riporta lo spettro medio di accelerazione che parte dal valore iniziale di 0.355g.

Si evidenzia un picco $S_a = 1.125g$ in corrispondenza di $T = 0.23s$.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 87 di 101

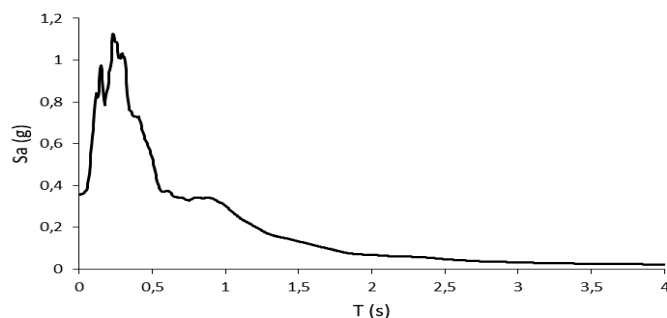


Figura 31 – Spettro medio MOPS 2010

MOPS ZAFR_7

I massimi valori del fattore medio di amplificazione ottenuti dalle analisi bidimensionali sono:

MOPS	FA _{0.1-0.5s}	FA _{0.4-0.8s}	FA _{0.7-1.1s}
ZAFR_7	1.39	2.14	2.72

La Figura 32 riporta lo spettro medio di accelerazione che parte dal valore iniziale di 0.262g.

Si evidenzia un picco $S_a = 0.845g$ in corrispondenza di $T = 0.26s$.

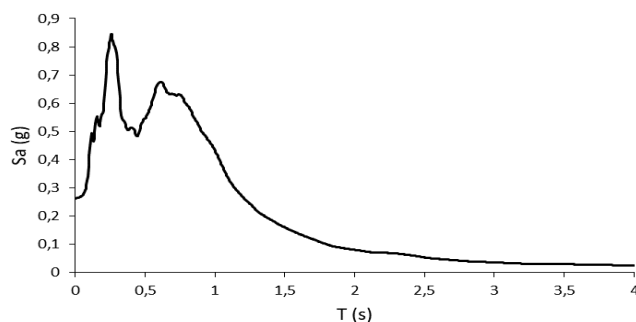


Figura 32 – Spettro medio MOPS ZAFR_7

MOPS ZAFR_9

I massimi valori del fattore medio di amplificazione ottenuti dalle analisi bidimensionali sono:

MOPS	FA _{0.1-0.5s}	FA _{0.4-0.8s}	FA _{0.7-1.1s}
ZAFR_9	1.39	2.33	2.82

La Figura 33 riporta lo spettro medio di accelerazione che parte dal valore iniziale di 0.264g.

Si evidenzia un picco $S_a = 0.738g$ in corrispondenza di $T = 0.255s$.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 88 di 101

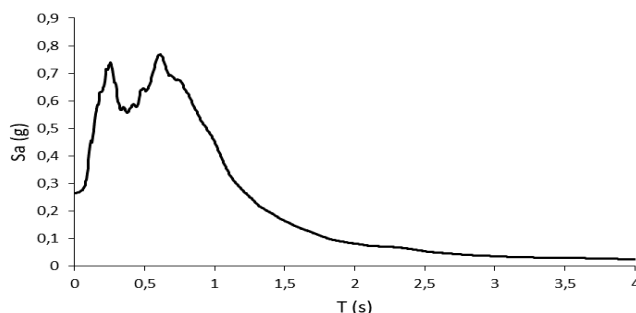


Figura 33 – Spettro medio MOPS ZAFR_9

8.5.3 CARTA DI SINTESI DI 3 LIVELLO

Il calcolo del fattore di amplificazione FA relativi a ciascuno dei tre prefissati intervalli di periodi (0.1-0.5s, 0.4-0.8s e 0.7-1.1s) ha permesso la realizzazione delle carte di Microzonazione sismica di livello 3, all'interno delle quali si sono suddivise le MOPS a seconda del risultante FA ottenuto.

In particolare la Carta di 3 Livello è stata redatta tenendo in considerazione sia la modellazione 1D che 2D, considerando quindi in modo cautelativo le lievi differenze riscontrate tra le due modellazioni come riportato nella tabella 11 sottostante.

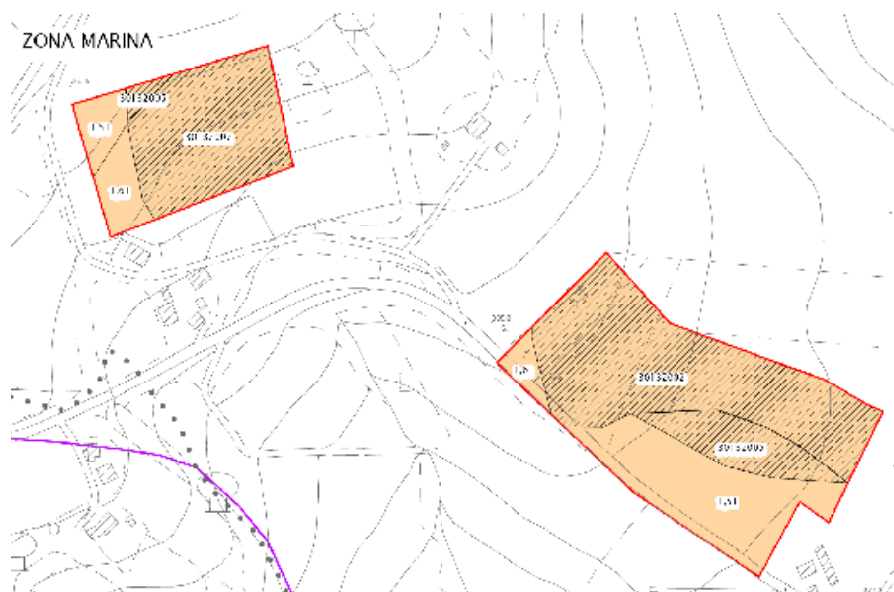
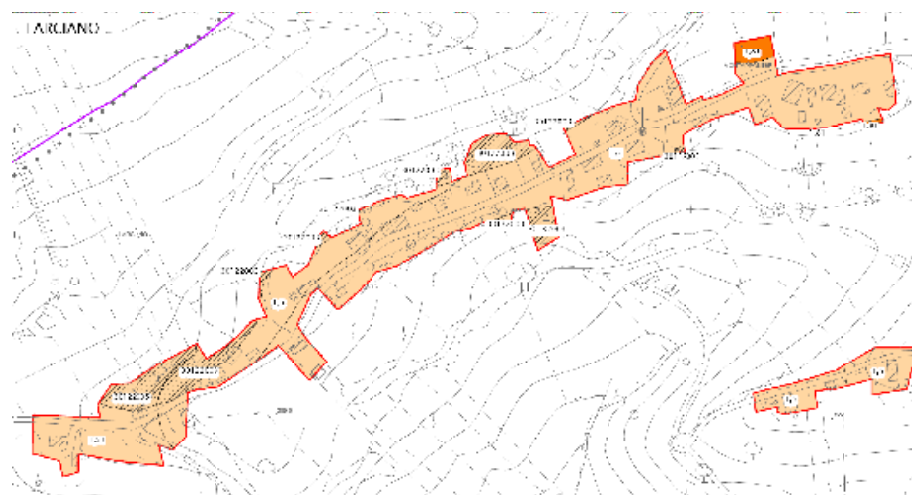
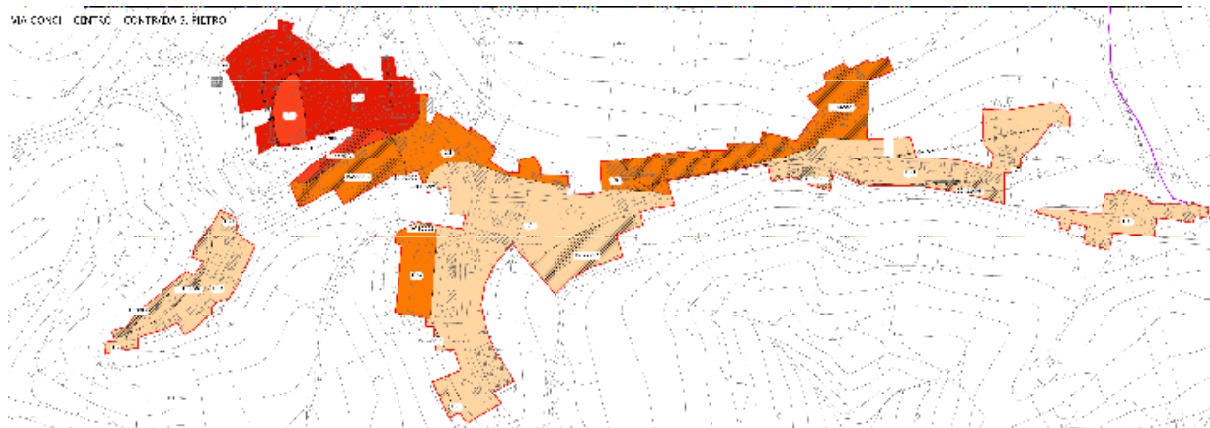
MOPS	MODELLO 2D						MODELLO 1D					
	Valore FA			Classe FA			Valore FA			Classe FA		
	FA _{0.1-0.5}	FA _{0.4-0.8}	FA _{0.7-1.1}	FA _{0.1-0.5}	FA _{0.4-0.8}	FA _{0.7-1.1}	FA _{0.1-0.5}	FA _{0.4-0.8}	FA _{0.7-1.1}	FA _{0.1-0.5}	FA _{0.4-0.8}	FA _{0.7-1.1}
2007	2.05	1.33	1.11	2.1-2.2	1.3-1.4	1.1-1.2	1,89	1,97	1,64	1.9-2.0	1.9-2.0	1.5-1.6
2010	1.99	1.52	1.71	1.9-2.0	1.5-1.6	1.7-1.8	1,60	2,10	1,76	1.5-1.6	2.1-2.2	1.7-1.8

Tabella 11 – Comparazione risultati 2D e 1D con evidenziato in giallo gli scostamenti di Classe FA susseguenti alla modellazione 2D.

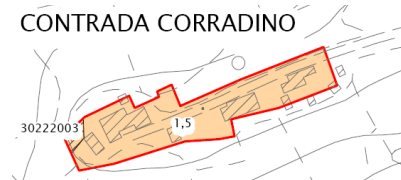
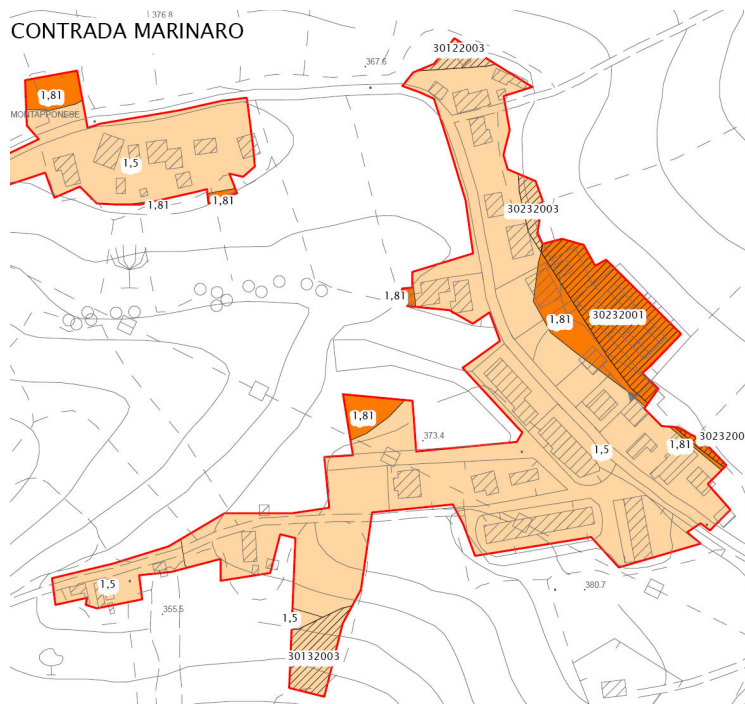
Di seguito si riporta una sintesi della cartografia relativa alle carte di Microzonazione sismica di livello 3.

<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 89 di 101</p>

Carta di microzonazione sismica - livello 3
intervallo di periodo 0.1 - 0.5 s

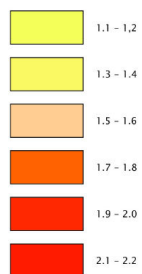


<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 90 di 101</p>



Legenda

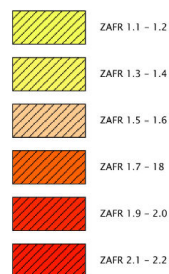
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



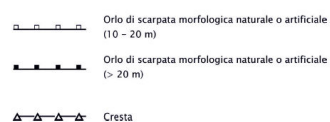
Limiti



Zone di attenzione per instabilità

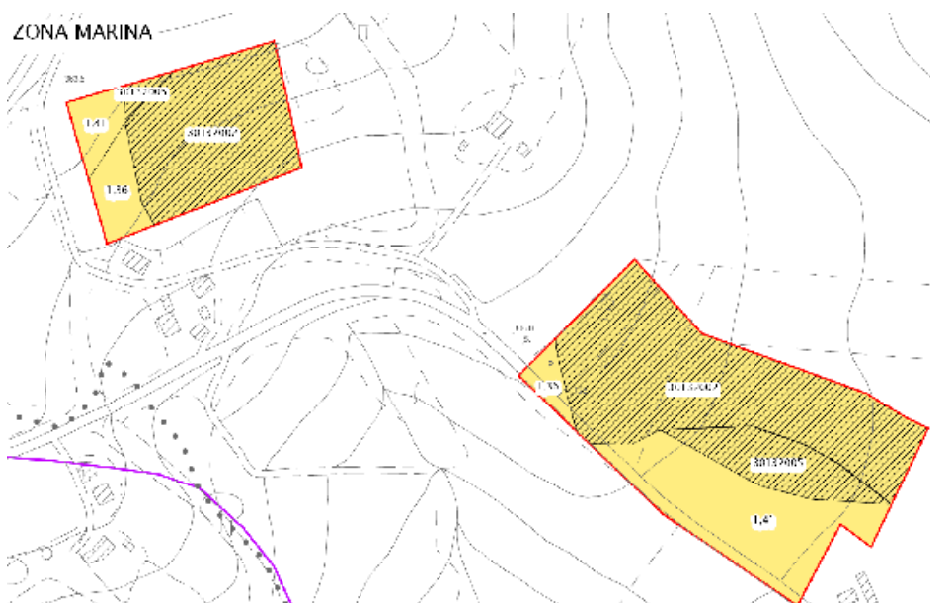
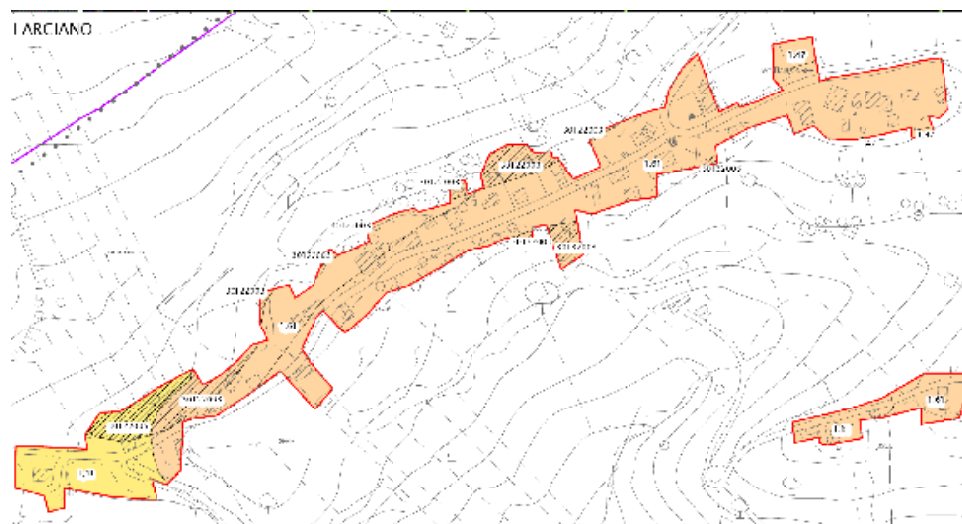
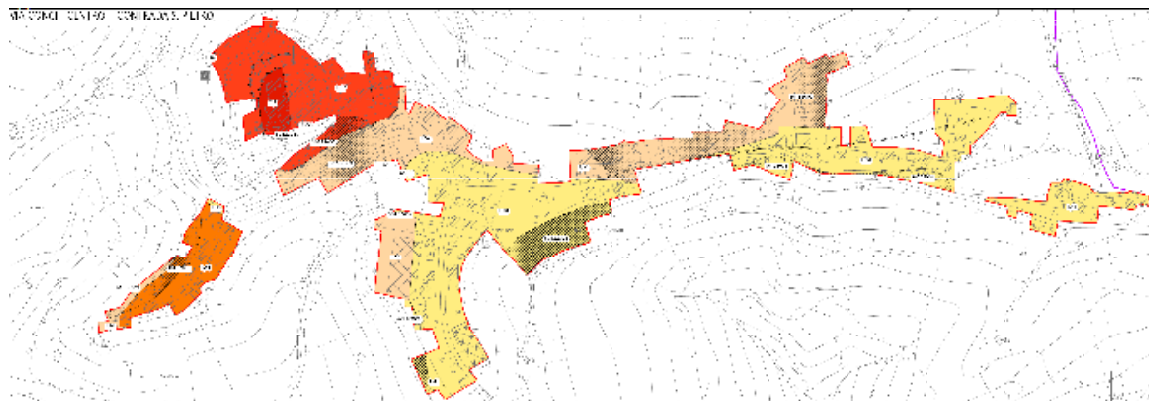


Forme di superficie e sepolte

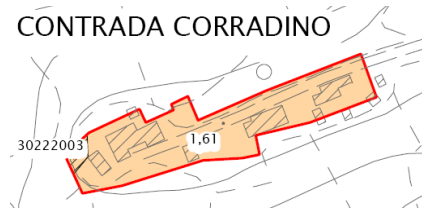
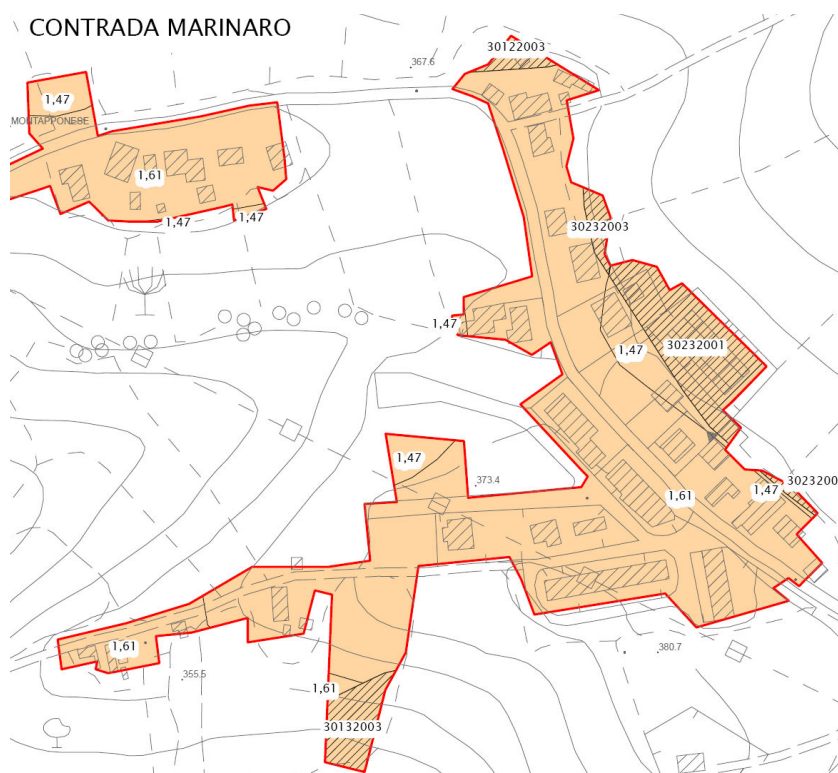


<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 91 di 101</p>

Carta di microzonazione sismica - livello 3 intervallo di periodo 0.4 - 0.8 s

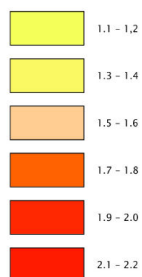


Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 92 di 101

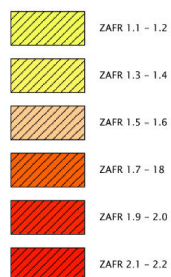


Legenda

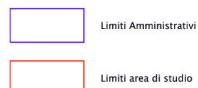
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



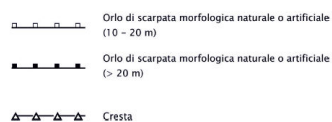
Zone di attenzione per instabilità



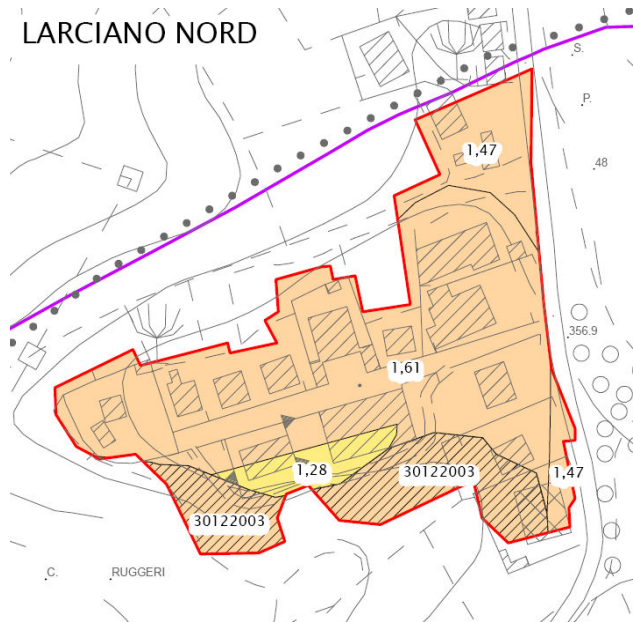
Limiti



Forme di superficie e sepolte

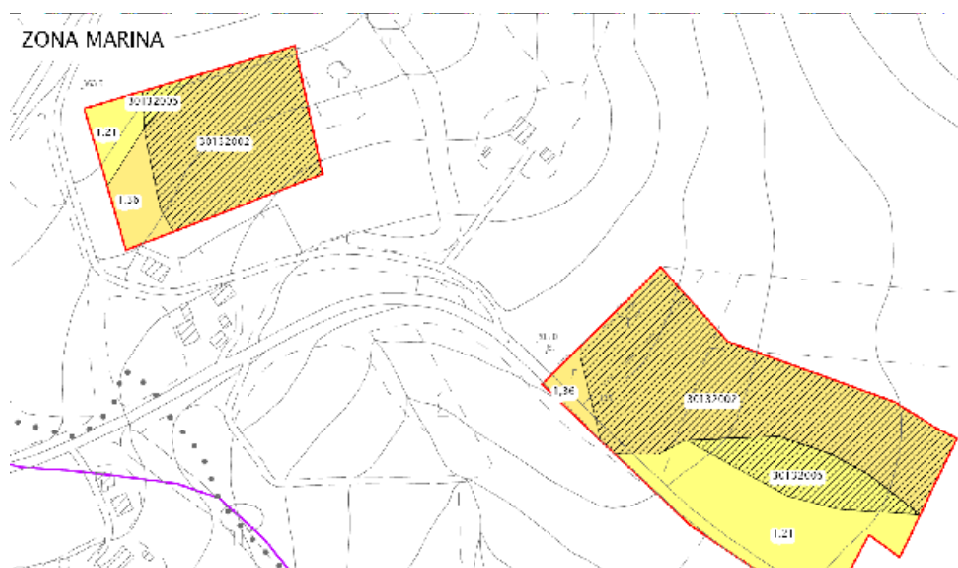
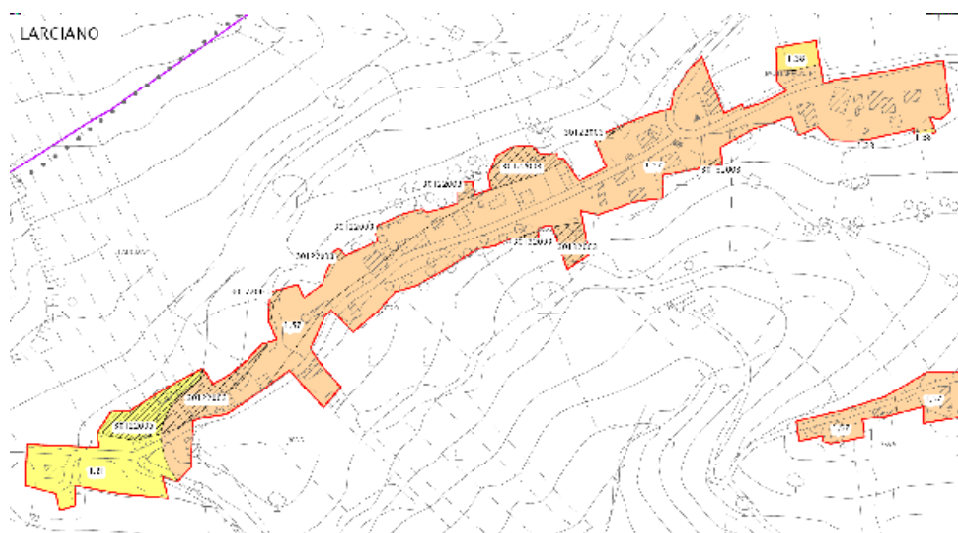
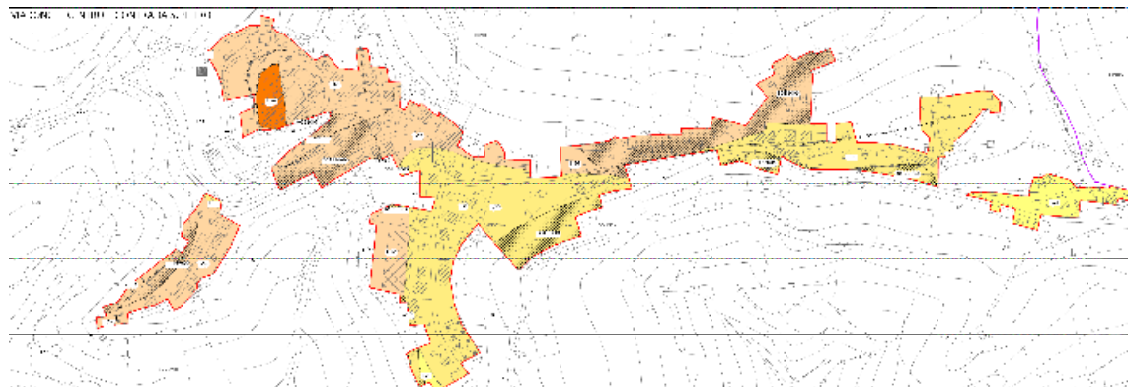


LARCIANO NORD



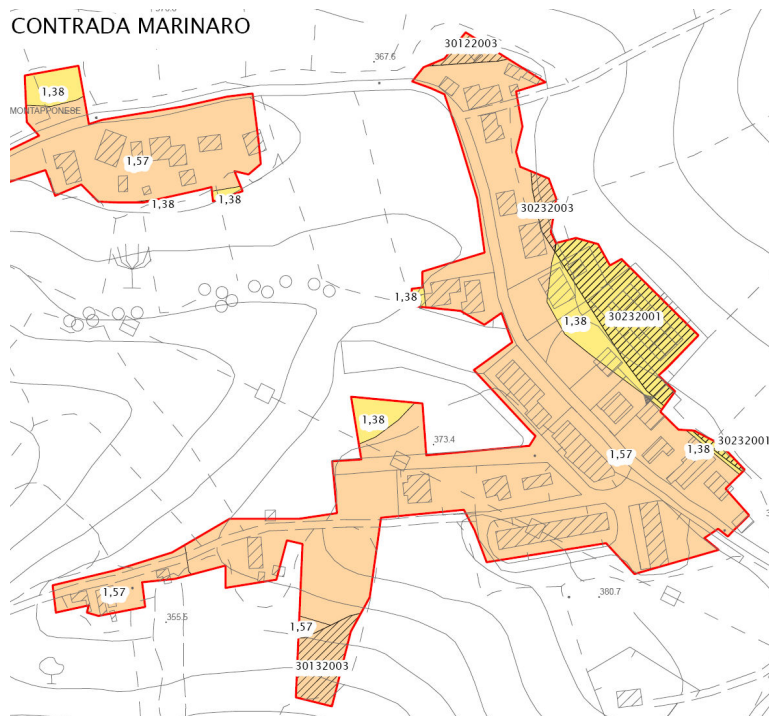
Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 93 di 101

Carta di microzonazione sismica - livello 3
intervallo di periodo 0.7 - 1.1 s

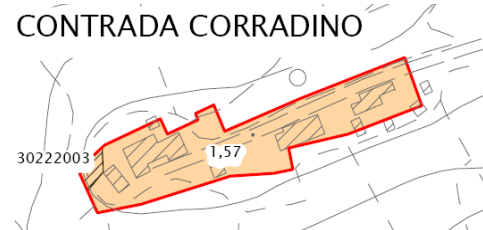


<p>Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino</p> <p>Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo</p>	<p>PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo</p>		
	<p>RELAZIONE ILLUSTRATIVA</p>	<p>Comune Monte Vidon Corrado (FM)</p>	<p>Pagina 94 di 101</p>

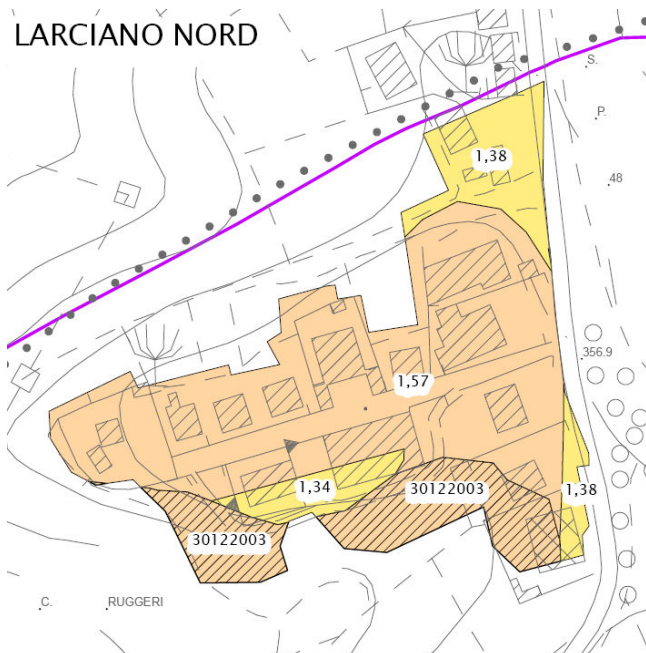
CONTRADA MARINARO



CONTRADA CORRADINO

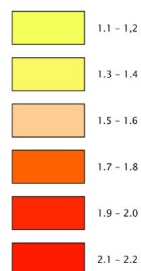


LARCIANO NORD



Legenda

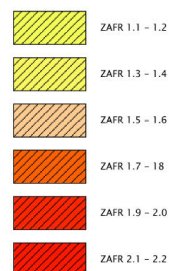
Zone stabili suscettibili
di amplificazioni locali



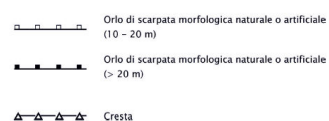
Limiti



Zone di attenzione per instabilità



Forme di superficie e sepolte



Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 95 di 101

9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Come già schematizzato nel capitolo 2.2, nel territorio comunale di Ponzano di Fermo non sono stati registrati storicamente episodi sismici. Gli epicentri dei terremoti storici che hanno interessato l'Italia centrale sono infatti collocati sempre al di fuori del territorio comunale esaminato.

ATTIVITA' SISMICA STORICA

L'attività sismica storica protratta fino al secolo scorso evidenzia 12 eventi di riferimento a partire dall'anno 1000 e relativa Magnitudo di Momento (M_w) dell'epicentro del sisma; dal confronto del rapporto Intensità MCS / Distanza epicentrale nella lista risaltano due eventi di maggiore importanza:

1. il terremoto avvenuto nell'Ascolano il 03 ottobre 1943, durante l'occupazione tedesca delle Marche e all'inizio degli scontri partigiani. La scossa causò fra le 20 e le 30 vittime, la maggior parte delle quali a San Venanzo, località del comune di Castignano e danneggiamenti vari nelle province di Ascoli Piceno, Macerata e Teramo. A Montalto delle Marche crollarono 20 case e tutti gli edifici rimasero lesionati, molti in modo grave. Per gran parte delle località colpite si hanno solo indicazioni generiche di danno o stime dell'intensità, tuttavia è possibile ipotizzare che gli effetti della scossa abbia provocato danni più o meno gravi anche nel territorio comunale di Ponzano di Fermo, anche in considerazione del fatto che seguirono numerose repliche, in genere leggere, nello stesso giorno e nei giorni successivi, fino quasi alla fine dell'anno. La più forte avvenne l'8 dicembre alle ore 20:35 a Offida e a Fermo causò ulteriori leggere fenditure in alcune case.
2. il terremoto Umbria-Marche del '97 ove il 26 settembre 1997 alle ore 2:33 una prima scossa di terremoto di magnitudo 5.5 (M_w), VIII grado della scala Mercalli, colpì una vasta area dell'Italia centrale, localizzata lungo l'asse della dorsale montuosa degli Appennini, tra Umbria e Marche. Alle 11:40 seguì la scossa di maggiore energia che aggravò lo scenario di danno provocato dalla scossa precedente. Aveva così inizio una sequenza sismica che continuò ad interessare per alcuni mesi l'Umbria e le Marche, con migliaia di

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 96 di 101

scosse localizzate in una ampia fascia estesa per 50 Km in direzione Nord-Ovest Sud-Est. Una decina di tali scosse ebbero una magnitudo superiore alla soglia del danno ($M_w \geq 4.5$), come quelle del 3 ottobre (5.1), del 7 ottobre (5.3), del 14 ottobre (5.4) e del 26 marzo 1998 (5.6), arrecando ulteriori gravi danni. La sequenza sismica causò danni anche nel territorio comunale di Monte Vidon Corrado, sia all'edificato privato, sia pubblico, nonché al patrimonio storico-artistico comunale (edifici ecclesiastici).

ATTIVITA' SISMICA RECENTE

Durante lo svolgimento e la stesura del presente lavoro è tuttora in corso una importante serie sismica che ha colpito l'Appennino centrale a partire dal terremoto di Amatrice del 24 agosto 2016 di magnitudo M 6.0. Stando all'ultimo aggiornamento disponibile (27 aprile 2017) la sequenza sismica in Italia centrale ha superato le 65.500 scosse, interessando un'area molto estesa tra Lazio, Umbria, Marche e Abruzzo. Sono circa 52 i terremoti di magnitudo compresa tra 4.0 e 5.0; 5 quelli di magnitudo maggiore o uguale a 5.0 localizzati dalla Rete Sismica Nazionale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). I più forti terremoti, oltre quello con cui la sequenza è iniziata, sono: quello di magnitudo M 5.4, avvenuto alle ore 04:33 del 24 agosto; quelli del 26 ottobre delle ore 19.10 e delle 21.18 italiane, rispettivamente di magnitudo 5.4 e 5.9; infine l'evento del 30 ottobre, alle 07:40 ora italiana di magnitudo M 6.5.

Da un prima sommaria stima dei danni perpetrati nel territorio comunale di Monte Vidon Corrado sembrerebbero essere piuttosto moderati. In particolare, dai dati fornite dall'Ufficio Tecnico Comunale, le località Larciano e Contrada Corradino sono quelle che hanno riportato relativamente maggiori danni rispetto al resto del territorio comunale.

Il centro storico cittadino non ha riportato particolari danni.

La correlazione tra un danneggiamento ed una amplificazione sismica locale non è sempre agevole, soprattutto perché incide in maniera determinante la tipologia ed il grado di vulnerabilità di ogni singolo edificio con la possibilità di mascherare l'effettivo grado di pericolosità sismica locale.

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 97 di 101

10. COMMENTI FINALI E CRITICITÀ

In sintesi si riportano nelle righe seguenti i risultati scaturiti dal presente studio:

- 1) Sulla base dei dati geofisici disponibili è risultato che il territorio di Monte Vidon Corrado è caratterizzato da un substrato geologico “non rigido” con velocità delle onde $V_s < 800$ m/s. Di conseguenza nell’area di indagine le aree stabili risultano tutte “suscettibili di amplificazioni locali”, distinte in 11 zone (MOPS) con caratteristiche geologico-stratigrafiche, granulometriche e tessiturali omogenee. L’insieme dei dati raccolti e delle indagini eseguite ha permesso una ricostruzione attendibile del quadro dell’assetto geolitologico e stratigrafico generale.
- 2) La distribuzione delle indagini inserite nel geodatabase copre in maniera soddisfacente la zona scelta per la MS di 3 livello.
- 3) Le misure strumentali di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSr) di nuova acquisizione, a verifica e/o integrazione dei dati preesistenti per valutare situazioni litostratigrafiche che potenzialmente potevano indurre fenomeni d’impedenza, hanno evidenziato particolari situazioni amplificative, riconducibili allo specifico contesto geologico-stratigrafico, come discusso nei precedenti paragrafi.
- 4) L’amplificazione locale nell’area studiata si dimostra da media ad elevata, in misura minore dove il substrato geologico risulta affiorante, in misura leggermente maggiore nelle aree dove è presente comunque una copertura con spessori non importanti e con velocità sismiche comunque elevate o dove comunque l’alternanza delle litologie del substrato vede comunque delle variazioni di velocità delle onde di taglio fra le litologie superficiali e quelle poste più in profondità (MOPS 2003, 2004, 2005, 2006, 2008). Si evidenzia invece che, nelle aree caratterizzate da una copertura di depositi superficiali con spessore importante o comunque con coperture superficiali con basse velocità o addirittura inversioni di velocità nella sequenza sismostratigrafia, il fattore di amplificazione calcolato risulta essere elevato, compreso tra 1.81 e 1.89 (considerando l’intervallo temporale 0,1-0,5 s, MOPS 2001, 2007 e 2009).

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 98 di 101

- 5) La suddivisione delle varie MOPS è avvenuta oltre che su base litostratigrafica anche tenendo conto delle velocità sismiche medie dei vari orizzonti di terreno nonché dei possibili contrasti di impedenza sismica presenti. Questo ha permesso di ottenere analisi 1D di Risposta sismica locale rappresentative per ogni singola MOPS per le aree ricadenti all'interno dei perimetri di MZS di livello 3 e, considerando la buona ricostruzione dei rapporti geometrici fra le varie litologie, si ritengono i risultati delle suddette analisi soddisfacenti e rappresentativi del quadro generale.

Infine, si fa presente che la scala di dettaglio di questo studio è pari 1:5000, che le macrozone sono state discretizzate sulla base litologico-stratigrafica, nonché sismica prendendo in considerazione indagini dirette e non utili alla ricostruzione del quadro generale alla scala sopra menzionata.

Si sottolinea il fatto che i risultati della modellazione per il calcolo del fattore di amplificazione per le singole aree analizzate hanno avuto come input del modello spettri di risposta elastici degli accelerogrammi naturali per tempo di ritorno $T_r = 475$ anni, a tal proposito si ritiene opportuno sottolineare che:

- Questo studio potrà essere di indirizzo per la progettazione di opere che prevedano la classe d'uso II (opere ordinarie). Per opere caratterizzate da classe d'uso superiore (opere strategiche e rilevanti) e ricadenti in aree definite a elevata pericolosità sismica o comunque in aree in cui il fattore di amplificazione risulta superiore all'unità, sarà necessaria la stima dell'azione sismica di progetto mediante adeguate analisi di risposta sismica locale che tengano conto degli spettri di input adeguati alla classe d'uso dell'edificio nonché dei parametri sismici i geomeccanici sito specifici.
- l'utilizzo degli spettri caratteristici dovrà essere vincolato alla verifica, a cura del professionista incaricato, della stima dell'azione sismica di progetto, della conformità del modello di sottosuolo (in termini di affidabilità, significatività e rappresentatività delle analisi effettuate) in corrispondenza del sito di progetto confrontandolo con i risultati di questo studio, anche in riferimento alla quota di riferimento dell'opera in progetto (quota di imposta delle fondazioni).

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 99 di 101

11. BIBLIOGRAFIA

- ✚ PRG – Sottosistema Geologico-Geomorfologico (Dott. Luciano Taddei)
- ✚ Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, foglio 125 Fermo, ISPRA, Regione Marche a cura di Federico Sacco & Guido Bonarelli (1959).
- ✚ Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 314 Montegiorgio a cura di A. Micarelli e G. Cantalamessa (1967).
- ✚ I depositi terrigeni neogenico-quadernari affioranti tra il F. Potenza e il F. Tronto: Studi Geol. Camerti, numero speciale 5-36, Riunione del Gruppo di Sedimentologia del C.N.R., Camerino - S. Benedetto del Tronto, 26-29 Settembre 1983, Cantalamessa G., Centamore E., Chiocchino U., Di Lorito L., Micarelli A. & Potetti M. (1983).
- ✚ Aspetti geomorfologici e fattori genetici delle Deformazioni Gravitative Profonde - Bollettino Società Geologica Italiana – 103, Dramis F. (1984)
- ✚ AA.VV. (1986) - La geologia delle Marche: Studi Geol. Camerti, numero speciale in occasione del 73° Congresso della Società Geologica Italiana (Roma 30 settembre - 4 Ottobre 1986).
- ✚ Evoluzione Messiniano-Pliocenica del sistema Catena-Avanfossa nell'area marchigiano-abruzzese esterna. Studi Geologici Camerti Cantalamessa G., Centamore E., Chiocchini U., Colalongo M.L., Micarelli A., Nanni T., Pasini G., Potetti M. & Ricci Lucchi F. (1986).
- ✚ Il Plio-Pleistocene Marchigiano-Abruzzese in Cantalamessa G., Casnedi R., Centamore E., Chiocchino U., Colalongo M.L., Crescenti U., Micarelli A., Nanni T., Pasini G., Potetti M., Ricci Lucchi F. & con la collaborazione dell'A.G.I.P. e di Cristallini C. e Di Lorito L. (1986).
- ✚ Thrusts and fold-related structures in the Umbria-Marche Appennines (Central Italy), Annales Tectonicae - Vol. IV Calamita F. (1990).
- ✚ Il concetto di attività in geomorfologia: Geografia Fisica Dinamica Quaternaria, 14 (2), 193-199 Bisci C. & Dramis F. (1991).
- ✚ AA.VV. Ambiente fisico delle Marche. Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia. Regione Marche Bigi S., Calamita F., Cello G., Centamore E., Deiana G., Paltrinieri W. & Ridolfi M. (1991).
- ✚ Carta Inventario dei Movimenti Franosi della Regione Marche ed aree limitrofe, CNR-IRPI Perugia, (GNDCI - Linea 3: valutazione del rischio idraulico, geologico e zonazione), Foglio 2, scala 1:100000, a cura di Antonini G., Cardinali M., Guzzetti F., Reichenbach P. & Sorrentino A. (1993).
- ✚ Guide Geologiche Regionali: Appennino Umbro-Marchigiano. Società Geologica Italiana & BE-MA editrice Passeri L. (1994).
- ✚ Cartografia Geologica e Geomorfologica della Regione Marche, Fogli vari, scala 1:10000 (Progetto

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 100 di 101

CARG, Cartografia Geotematica delle Marche, Lotto Sud) AA.VV. (2000-2001).

- ✚ Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (2003).
- ✚ Hudson M., Idriss I.M., Beikae M. (2003). User's Manual for QUAD4M. Center for Geotechnical Modeling. University of California, Davis.
- ✚ AA.VV. APAT Dipartimento difesa del suolo - Carta Inventario dei fenomeni franosi in Italia (Progetto IFFI), Marche, scala 1:25000 (2006).
- ✚ Ordine dei Geologi delle Marche (2009). Linee Guida per gli studi di microzonazione sismica MS della Regione Marche.
- ✚ Scenari di pericolosità e rischio da frana con particolare riguardo all'innescio da terremoti. Regione Marche, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", Dipartimento di Scienze della Terra, della Vita e dell'Ambiente W. Romeo e Tiberi P. (2013).

12. ALLEGATI

ALLA RELAZIONE

- Indagini simiche MASW realizzate
- Indagini HVSr realizzate
- Colonna stratigrafica sondaggio DH con documentazione fotografica
- Indagine sismica DOWN-HOLE eseguita
- Prove di laboratorio eseguite

AL LAVORO DI MICROZONAZIONE

1. Carta delle Indagini a scala 1:5.000
2. Carta Geologico-Tecnica per la microzonazione sismica a scala 1:5.000
3. Sezioni geologiche a scala 1:5.000
4. Carta delle frequenze naturali del terreno
5. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica a scala 1:5.000
6. N. 3 Carte di Microzonazione sismica - livello 3 (intervallo di periodo 0.1-0.5 s, 0.4-0.8 s e 0.7-1.1 s)

Incaricato: Dott. Geol. Salvetti Savino Collaboratori: Dott. Geol. Magnaguadagno Massimo Dott. Geol. Gualtieri Carlo	PROGRAMMA REGIONALE DEGLI STUDI E DI INDAGINE DI MICROZONAZIONE SISMICA LIVELLO I E III Attuazione Art. 11 della Legge 77 del 24/06/2009-OCDPC n.293/2015. Ordinanza n. 24 del Commissario straordinario del Governo		
	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	Comune Monte Vidon Corrado (FM)	Pagina 101 di 101

Monte Vidon Corrado, 16 gennaio 2018

Tecnico incaricato

Dott. Geol. Savino Salvetti